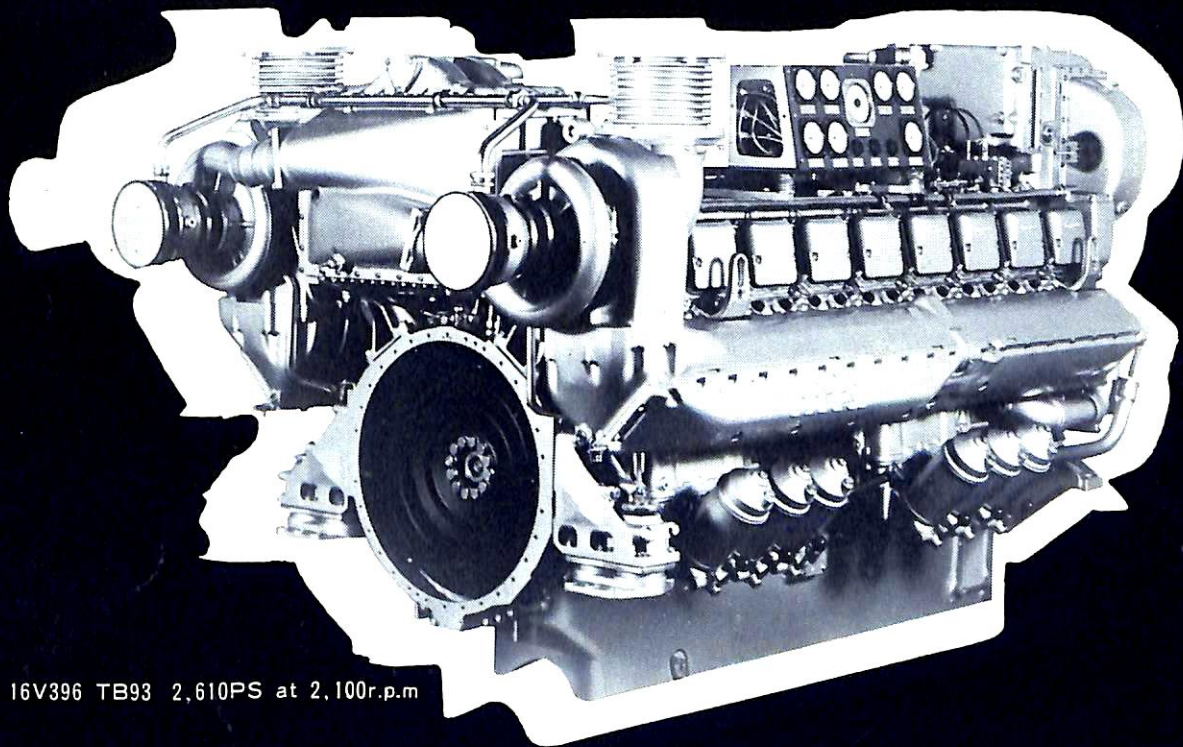


船の科学 6

VOL.38 NO. 6

mtu
396-03



16V396 TB93 2,610PS at 2,100r.p.m

■396-03形シリーズ
出力780ps/1,940r.p.m~2,610ps/2,100r.p.m
燃料消費率:150g/ps.h, シリンダ数:6, 8, 12, 16

mtu

TEL(03)214-5931 TELEFAX (03)284-0867

TELEX 2222844 MANBWT

マン・ビーアンドダブリュー日本株式会社

356 SUNNY DAYS!!

修繕と改造はカリブ海“キュラソー”で…
降雨量は年間わずか400ミリ。

- | | |
|--------------------|----|
| — 設 備 — | |
| ● 修繕ドック | 2基 |
| 150,000 d w t | 1基 |
| 28,000 d w t | 1基 |
| ● 1,800m(総延長)修繕岩壁 | |
| ● 各種クレーン(ドックサイド)9基 | |

- | | |
|---|--|
| — 事業内容 — | |
| ● 船舶の修繕・改造 | |
| ● 発電機・モーターの修繕と巻換え | |
| ● 電子機器及び自動化装置の修繕 | |
| ● 年中無休サービス、ジェット便は北米、南米、ヨーロッパ各地へ直行便毎日運航。 | |



入渠中のカペラケミカル殿ケミカルタンカー

会社別主要御得意先(順不同)

大 洋 商 船	北 真 船 舶	東 京 マ リ ン
三 光 汽 船	英 雄 海 運	安 保 商 店
日 正 汽 船	萬 野 汽 船	日 魯 漁 業
上 村 海 運 商 会	東 興 海 運	雄 洋 海 運
関 汽 外 航	大 日 マ リ ン	シ ン コ ー ・ マ リ タイ ム
近 海 タ ン カ ー	乾 汽 船	永 井 海 運
鹿 島 汽 船	山 下 新 日 本 汽 船	大 洋 海 運
大 阪 商 船 三 井 船 舶	関 兵 海 運	神 運 汽 船
中 野 海 運	住 友 商 事	八 幡 汽 船
ファーイースト・ SHIPPING	ジャ パ ン ・ ラ イ ン	パ ル シ ッ ピ ン グ
	矢 野 海 運	



CURACAO DRYDOCK COMPANY INC.

Curacao NETHERLANDS ANTILLES



総代理店

オールランド コンパニー リミテッド

〒105 東京都港区西新橋1-1-3(東京桜田ビル)電話(03)(503)2030(代)

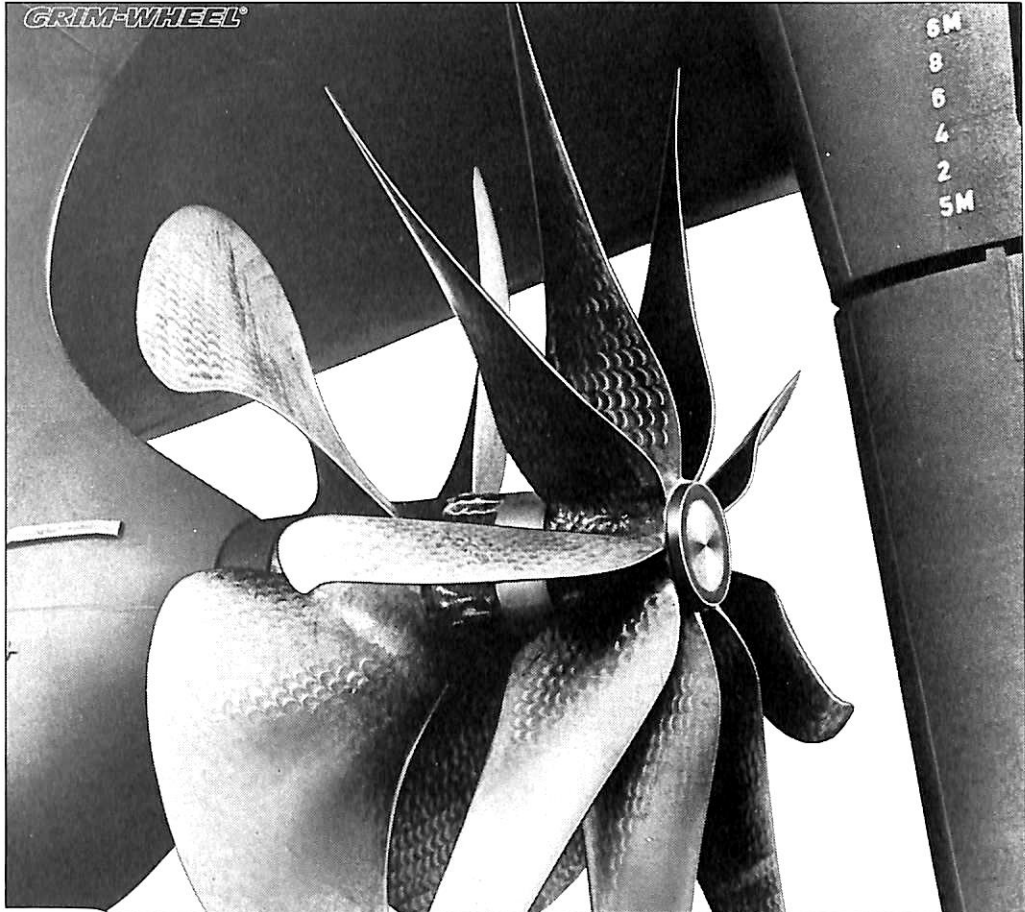
テレックス222-3266“AALL J”

〒650 神戸市中央区東町113-1(大神ビル)電話(078)(391)7801(代)

テレックス5622-401“AALL KB J”

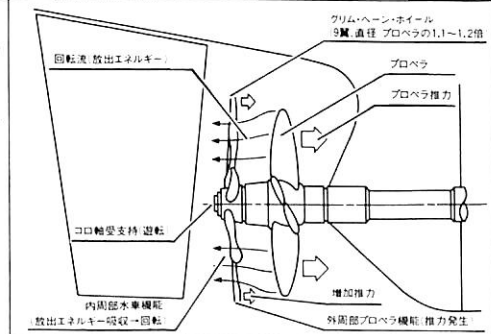
船舶の省エネに効果抜群

——グリム・ベーン・ホイールは燃費を10%も節減します。——



グリム・ベーン・ホイールはこれまで海中に捨てられていたプロペラ後流のエネルギーを回収して推力に変換する画期的な遊転ホイールです。9枚翼を標準としてプロペラキャップの位置に自由に装着。プロペラと同じ方向にプロペラの半分以下のスピードで回転し約10%もの燃費節減を実現します。

- 適用可能船：バルクキャリアー、タンカー、多目的船、コンテナ船、自動車運搬船、冷凍運搬船等、各種の船に。
 - 新造船用だけでなく既就航船にも取付可能です。
 - 既に本装置を装着した船が多数就航しています。
- 当社は西独Harmstorf/Ostermann社との提携により製造販売を行っています。



株式会社 神戸製鋼所

——詳細は下記へお問合せ下さい。——

東京本社 造船・機械グループ 東京都中央区八重洲1-5-3 不二ビル ☎ 03-218-7668 福岡営業所 福岡市博多区博多駅前2-1-1 福岡朝日ビル ☎ 092-473-0344
 大阪支社 造船・機械グループ 大阪市東区備後町5-1 御堂筋三井ビル ☎ 06-206-6581 呉事業所 呉市昭和町8-1 ☎ 0823-22-5191 代表 21-2386 直通
 広島営業所 広島市八丁廻16-11 日本生命広島第2ビル ☎ 082-228-9211

さらに溶接が進化した!

SF-1



あらゆる分野に最高の性能を発揮

皆様のニッテツが開発した◎SF-1は、ソリッドワイヤの高効率と被覆アーク溶接棒の使いやすさを兼ね備えた、他に類をみないその特長で、発売以来あらゆる分野からご好評をいただいております。正に一段と群を抜いた◎SF-1。皆様の溶接作業の効率化にお役立てください。

■◎SF-1の特長

- 送給性にすぐれ、長尺フィーダでもOK
- スパッタが少ない
- ヒュームを減少
- オールポジションが容易です
- 安定したアークできれいなビードが得られます

CO₂ 溶接用シームレスフラックス入りワイヤ



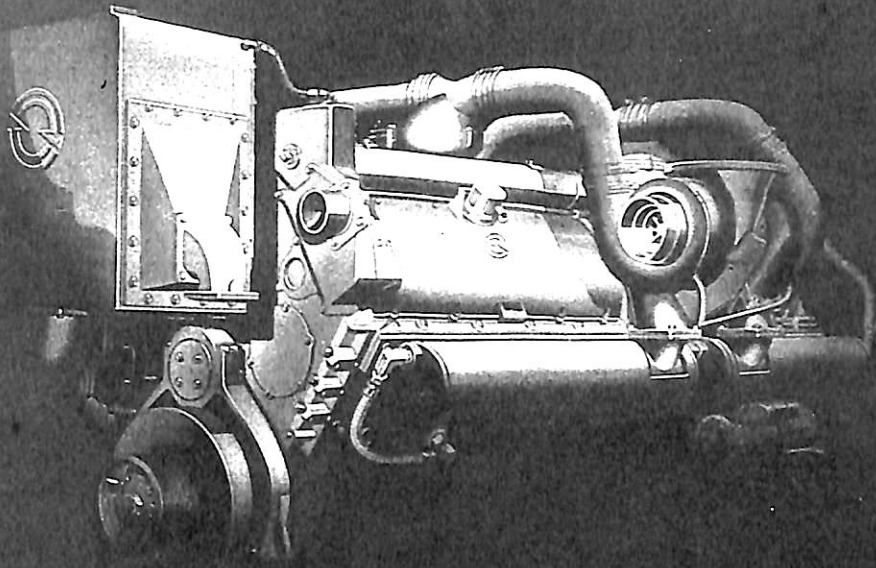
SF-1

日鐵溶接工業

本社：〒104 東京都中央区築地3-5-4中川築地ビル

☎03-542-8611代表

営業所：札幌/仙台/新潟/小山/東京/千葉/横浜/静岡/名古屋
富山/大阪/姫路/高松/広島/北九州/長崎

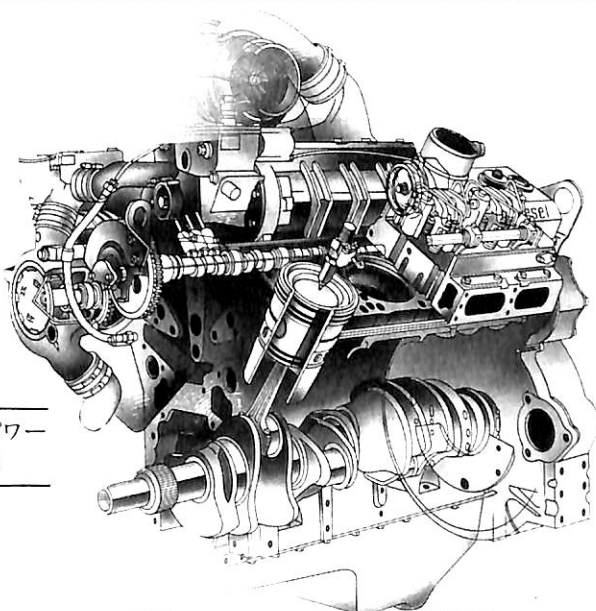


DETROIT DIESEL TECHNOLOGY

先進 高性能

先端の思想と技術で築いた
新たなディーゼル
テクノロジーコンセプト

コンパクトなボディに秘めた強力パワー
ハイクオリティー・ハイパフォーマンス



THE SILVER ENGINES

GMからのコミットメント

Dependability

Fuel Economy

Serviceability

東京都中央区日本橋小舟町4-1
電話(03)662-1855(代表)



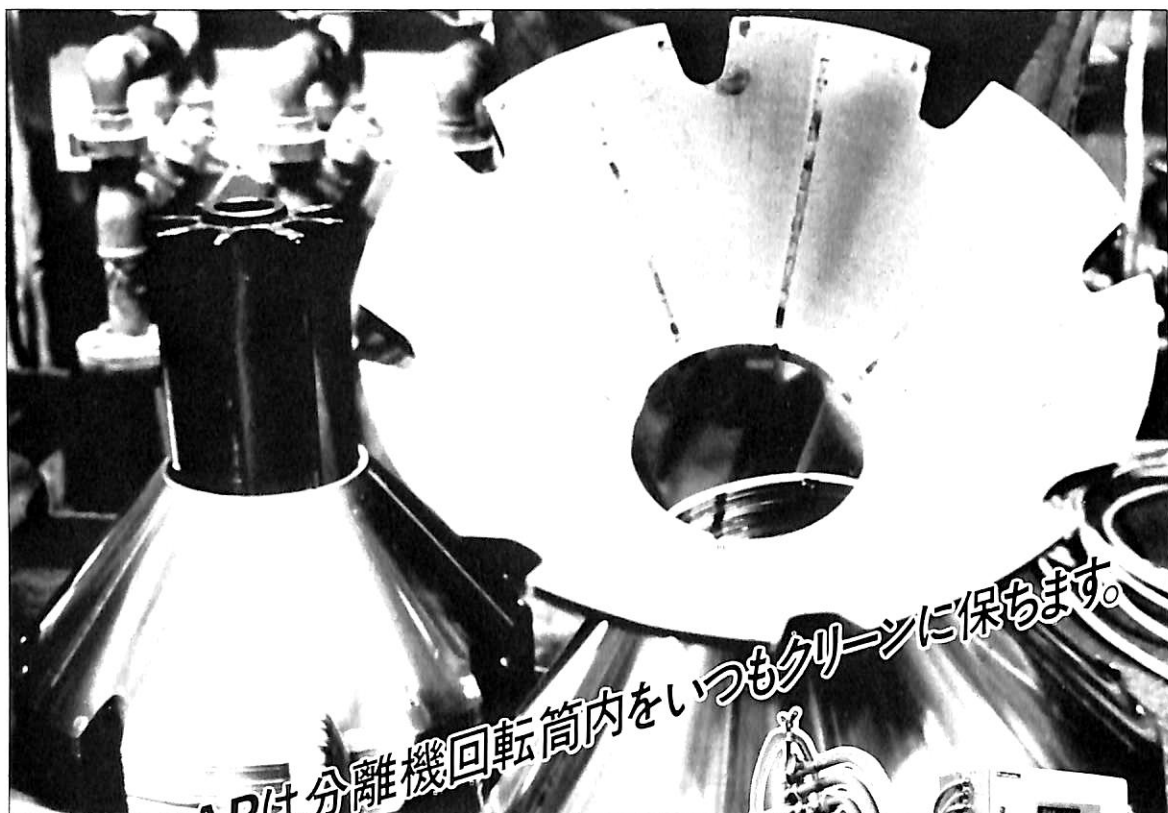
ゼネラルモーターズコーポレーション
富永物産株式会社



大阪市北区西天満2-6-8
電話(06)361-3836(代表)

粗悪燃料油処理の決定版

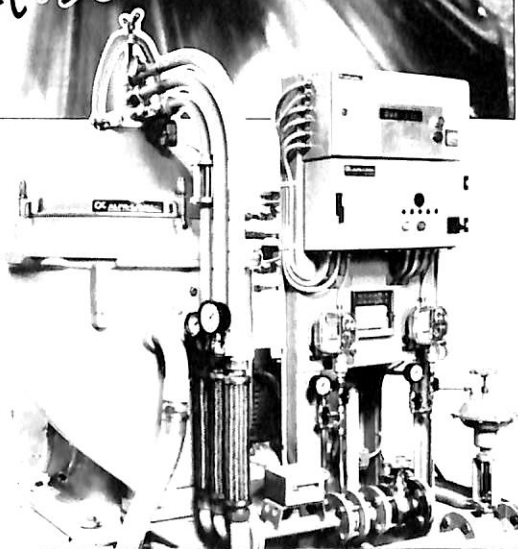
—ALCAPは高比重、高スラッジ燃料油の問題を解決しました。—



ALCAPは分離機回転筒内をいつもクリーンに保ちます。

ALCAPの特長

1. 比重1010kg/m³/15°C、粘度700cst/50°Cまでの低質重油の清浄が可能です。
2. 比重板がないため燃料油の比重、粘度が変動しても調整は不要で運転が簡単です。
3. 実船テスト結果では回転体内にスラッジの固着がなく、クリーンな状態が維持され、1年間掃除を要しませんでした。(写真)
4. 保守費と燃料費が大幅に削減されます。



ALFA-LAVAL NAGASE-ALFA K.K.

長瀬アルファ株式会社

営業第2部

〒542 大阪府南区鶴谷西之町6-3 栄ビル ☎ 06/281-1052

〒103 東京都中央区日本橋本町1-12/同ビル ☎ 03/279-5313

信来と技術をモットーとする

アルファ・ラバルサービス株式会社

営業第2部

〒253-01 神奈川県高津郡寒川町一之浜3181 ☎ 0467175-3377

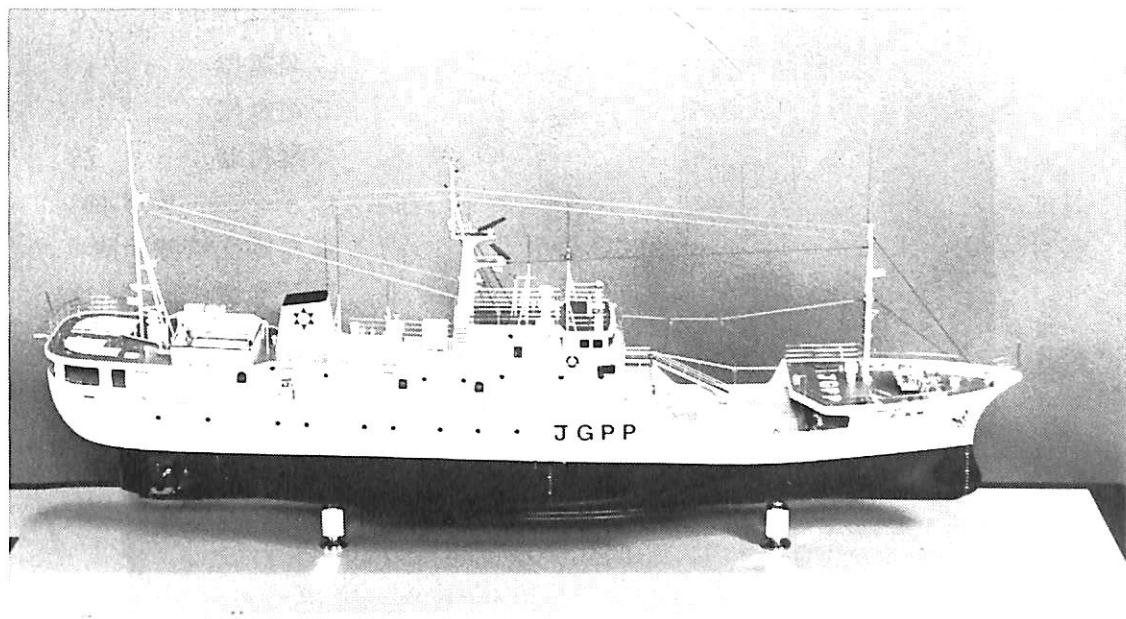
〒542 大阪府南区鶴谷西之町6番地 ☎ 06/252-8521

ALCAP

高比重燃料油処理システム

業界各位の皆様への御用望に 充分お応えできる横浜精密の模型！

営業品目＝各種精密模型／船舶・車輜・航空・機械・建築
電気・プラント・試作・検討用(出張製作も可)



460T型練習船 建造 株式会社 新潟鉄工所

協力工場＝本田製作所・三英工芸社・大橋モデル
東陽モデル・武井製作所・山本製作所



横 浜 精 密

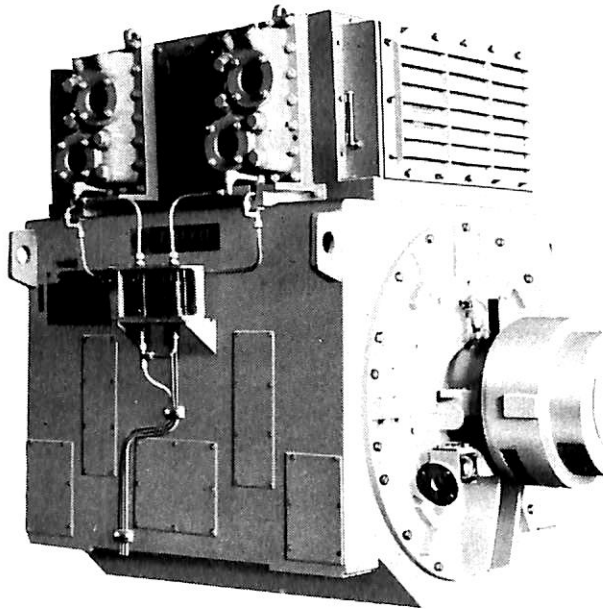
代 表 堀 内 勲

本 社 工 場 ☎045-541-8742 FAX 045-546-0684
横 浜 市 港 北 区 新 吉 田 町 835 〒223
河 口 湖 工 場 ☎05557-6-7716
山 梨 県 南 都 留 郡 河 口 湖 町 大 石 278 〒401-03

ながい経験と最新の技術



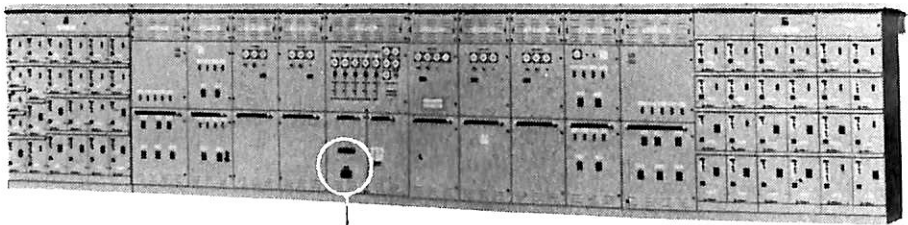
大洋の船舶用電気機器



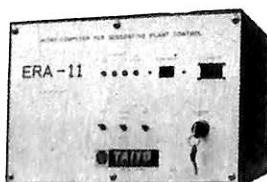
排ガス利用2極タービン発電機

主要生産品目

- 発電機
- 電動機
- 配電盤
- コンソールパネル
- 自動化電源装置
- 送風機



配電盤



発電装置制御用マイクロコンピュータ

 **大洋電機** 株式会社

本社 東京都千代田区神田錦町2-4東洋ビル
電話 03-293-3061 (大代表)
工場 岐阜・岐阜羽島・伊勢崎・群馬
営業所 下関・三原・大阪・札幌
海外 Jakarta・Pusan・AbuDhabi
Dubai・Baghdad・Riyadh

船の科学

1985

6

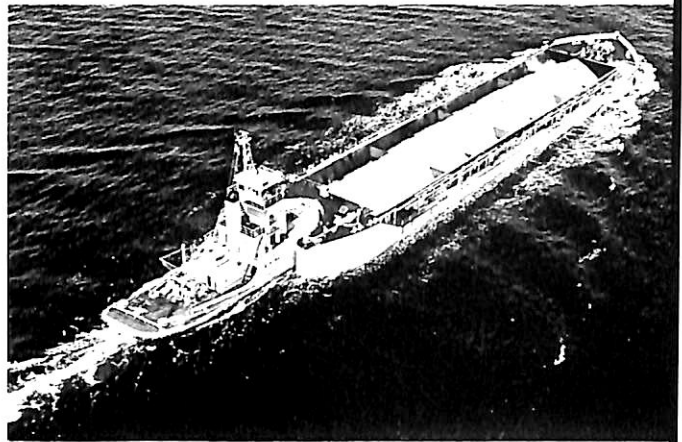
Vol. 38

目次

- 9 新造船写真集 (No. 440)
- 20 日本商船隊の懐古 No. 71 (伏見丸, 新玉丸, 伏木丸)山田早苗
- 23 商船の映像 (22) 「船の人」入渠する巨船を見守る人びと.....野間恒
- 24 ヴェルツィラ社のデザイン 21世紀の船舶(2) (大型旅客ウインドクルーザー) ... Wärtsilä
-
- 25 5月のニュース解説.....米田博
- 28 ウォータージェット高速旅客船 "スーパージェット かすみ"ヤマハ発動機
- 36 有害液体物質を運送する自航船に対する安全規則 <その2>編集部
- 41 TMCP による YP36kgf / mm² 鋼の製造と
その船舶・海洋構造物への適用 <その2>新日本製鐵
- 46 海洋生物が付着しない無害な防汚塗料 "バイオクリン"中国塗料
- 52 山原船について (下)浜村建治
-
- 58 ●造船技術変遷史シリーズ
船型試験をめぐって <その16>横尾幸一
- 63 ●シリーズ・日本の艦艇・商船の電気技術史
第1章 艦艇の電気機装・電気機器 <その9>山崎信次・伊藤武夫
-
- 64 造船工学覚え書 <17>川上益男
- 69 冷凍運搬船 <22>角張昭介・椎原裕美
- 75 続・液化ガスタンカー <12>恵美洋彦
- 80 船舶電子航法ノート (98)木村小一
-
- 85 IMO コーナー (第42回)
第26回コンテナ貨物小委員会の報告運輸省海上技術安全局
-
- 技術短信 世界初のペトロコークス専焼流動床ボイラ完成 日立造船
- 製品紹介 パネル取付タイプの音声発生装置「ボイスアラーム」を新発売 イナバエンジニアリング
- ニュース 三井B&W型ディーゼル機関, 世界初の累計生産1,800万馬力を達成 三井造船
日本における100A1船級100周年を迎える ロイド船級協会
- お知らせ 特別展「日本の船玩具」を開催 (7月29日~9月8日) 横浜海洋科学博物館

“押船—舢艀船団に“アーティカップル

ピンジョイント式
自動連結装置



ボタン操作による
全自動方式

☆ 荒天時も就航可能!

☆ 連結—切離し作業の無人化とスピード・アップ!

タイセイ・エンジニアリング株式会社

東京都中央区東日本橋3の4の14
小沢ビル 電話03(667)6633
テレックス 2655164 TAIENG J

新鋭試験設備を駆使して明日の技術開発を…

■ 主要業務

受託試験、研究
施設設備の貸与
技術相談

環境(耐候・振動)・防火・防爆・情報処理
音響・化学分析・材料・加速度ピックアップの
校正等・試験研究設備が整備されています



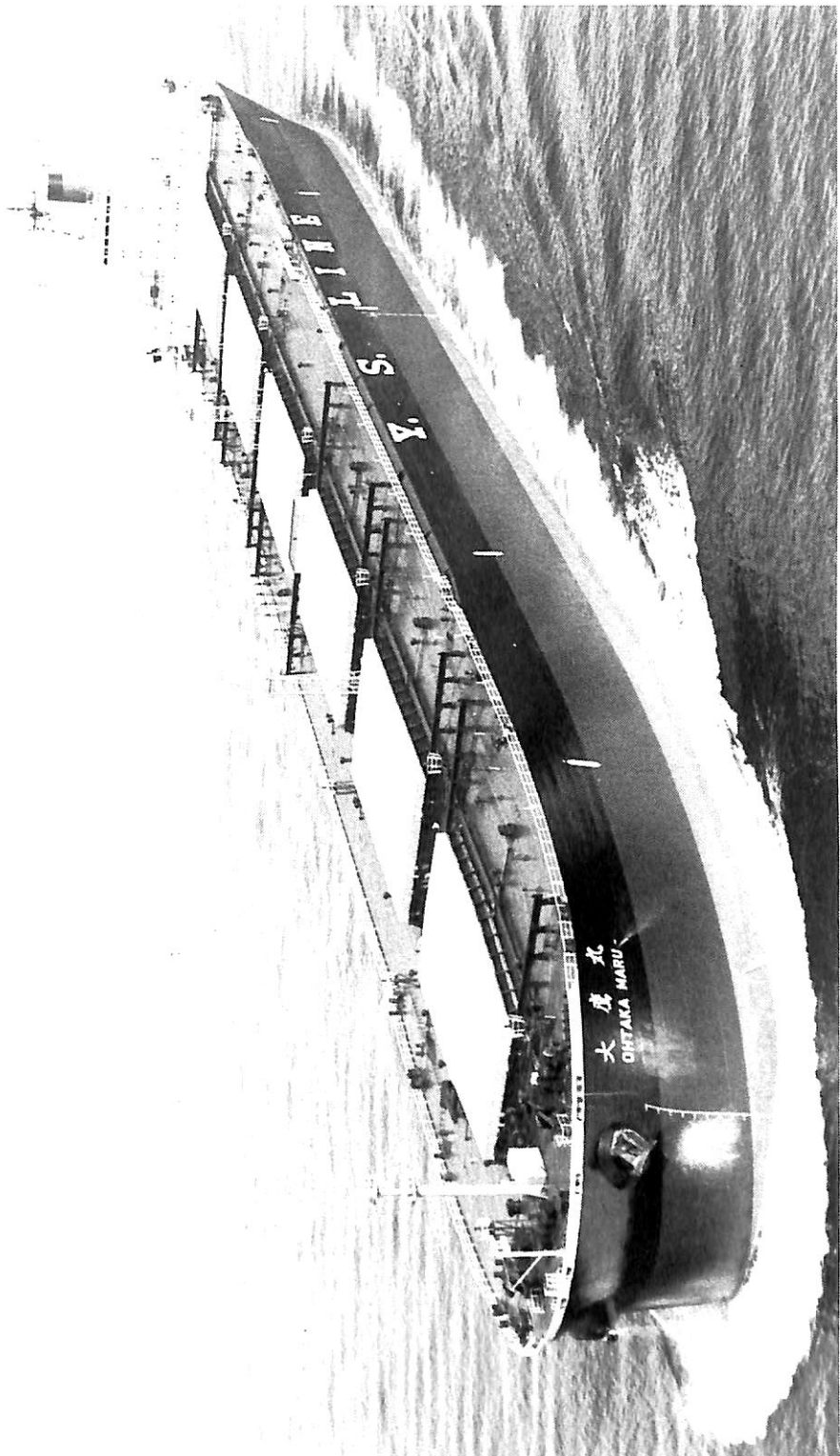
船舶艀装品研究所

所長 芥川 輝孝

RESEARCH INSTITUTE OF MARINE ENGINEERING
HIGASHIMURAYAMA TOKYO JAPAN

〒189 東京都東村山市富士見町1-5-12
TEL 0423-94-3611~5

(競艇益金事業)



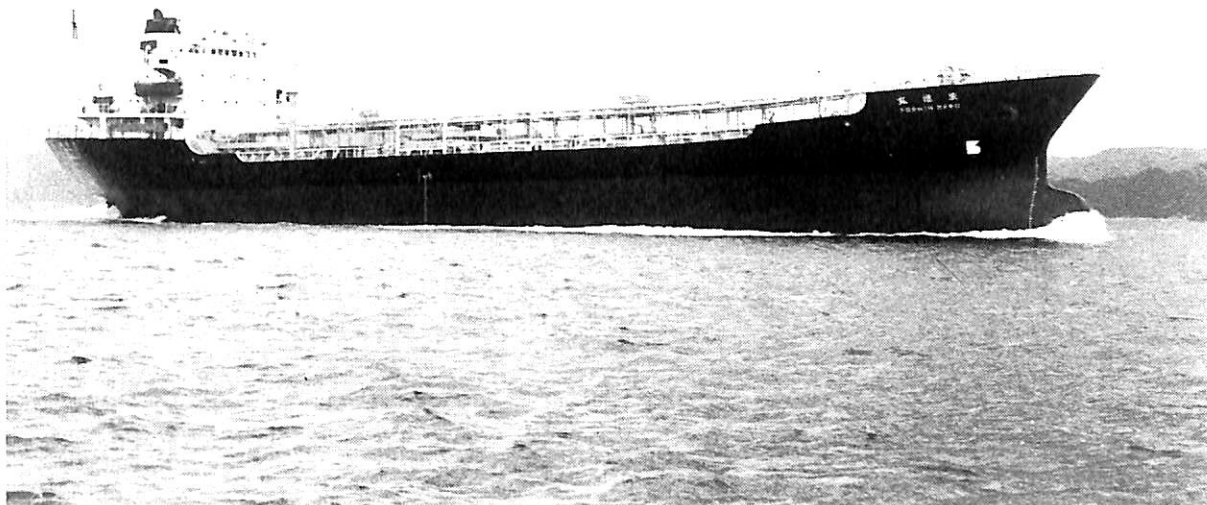
39次鉄石運搬船 大鷹丸 OHTAKA MARU 山下新日本汽船株式会社・山和商船株式会社

日立造船株式会社有明工場建造(第4792番船)
 全長 300.00m 垂線間長 290.00m 竣工 59-2-24
 総噸数 97,183T 純噸数 40,879T 型幅 50.00m 起工 59-9-15
 船口数 6 クレーン 7t Travellin hoist 戒重 197,091t 型深 23.30m
 燃料消費量 53.2t/day 清水槽 618m³ 主機械 日立-B&W7L80MCE型(予)機関×1
 出力(連続最大)19,800PS(79rpm) (常用)16,830PS(75rpm) 発電機 大洋電機 750kVA(600kW)×
 大阪ボイラー(油焚)5,500kg/h×8.5kg/cmG×1 AC450V×60Hz×AC450V×60Hz×720rpm×2 無線装置 送(主)1.2kW×1
 (補)75W×1 受(主)100kHz×2 (補)90kHz×1 船舶電話 海事衛星装置 VHF 航海計器
 チェッカローラン NNSS 衝突予防装置 レーダー ARPA, 船型 平甲板型 乗組員 28名 居住区タワー型
 航続距離 25,000哩 船級・区域資格 NK 遠洋



39次石炭 / 撒積貨物船 山陽丸 SANYO MARU 日本郵船株式会社

常石造船株式会社建造(第554番船) 竣工 59-12-20
 全長 230.00m 垂線間長 219.00m 満載喫水 12.743m
 総噸数 50,905 T 純噸数 26,337 T 貨物艙容積(ク) 101,974.5 m³ 船口数 5
 燃料油槽 2,919.8 m³ 燃料消費量 35.6 t/day 清水槽 380.6 m³ 主機械 三井-B & W7L70MEC型
 (ディレーティング)(デ)機関×1 出力(連続最大)13,350PS(81rpm) (常用)11,350PS(77rpm) 発電機 大洋電機 625kVA×5
 補汽缶 排ガス併用型×1(油焚側)1,500kg/h×7kg/cmG, (排ガス側)1,300kg/h×5kg/cmG 無線装置 送(主)1.2kW×1(補)125W×1 受(主)全波×2
 AC450V×60Hz×3 (原)ヤンマー750PS×720rpm×3 航海計器 デッカ ロラン NNSS 衝突予防装置 レーダー
 (補)全波×1 船舶電話 海事衛星装置 VHF 航線距離 18,000哩 船級・区域資格 NK 速力 速洋
 (試運転最大)15.72kn (満載航海)13.5kn 乗組員 31名



ケミカルタンカー **東 進 丸** 進徳海運株式会社
TOSHIN MARU

株式会社栗之浦ドック建造(第198番船)	起工 59-5-26	進水 59-9-23	竣工 59-12-18
全長 121.73m	垂線間長 112.40m	型幅 17.20m	型深 9.70m
満載排水量 11,499.529t	総噸数 4,943T	純噸数 2,643T	満載喫水 7.921m
9,406.496m ³	主荷油ポンプ 200m ³ /h×65m×14	載貨重量 8,599t	貨物油艙容積 21
燃料油槽 793m ³	燃料消費量 16t/day	清水槽 909m ³	主機械 日立-B&W7L35MC型(テ)機関×1
出力(連続最大)4,760PS(200rpm)	(常用)4,330PS(194rpm)	プロペラ 4翼1軸	補汽缶 タクマ
6,000kg/h×10kg/cm ² ×1	発電機 大洋電機 275kVA×445V×3	(原)ヤンマー 360PS×1,200rpm×3	
無線装置 送(主)500kW×1 (補)75W×1	受(主),(補)全波各1	船舶電話 VHF	航海計器 ロラン レーダー
速力(試運転最大)14.011kn	(満載航海)12.5kn	航続距離 14,000浬	船級・区域資格 NK 遠洋
船型 ウェル甲板船尾機関型	乗組員 22名	センタータンク(ステンレス使用), ホンプサブマージド型	
IMO II&III Type			

タイテックス TIGHTTEX

[甲板舗床材] ラテックスタイプ・ウレタンタイプ・エポキシタイプ

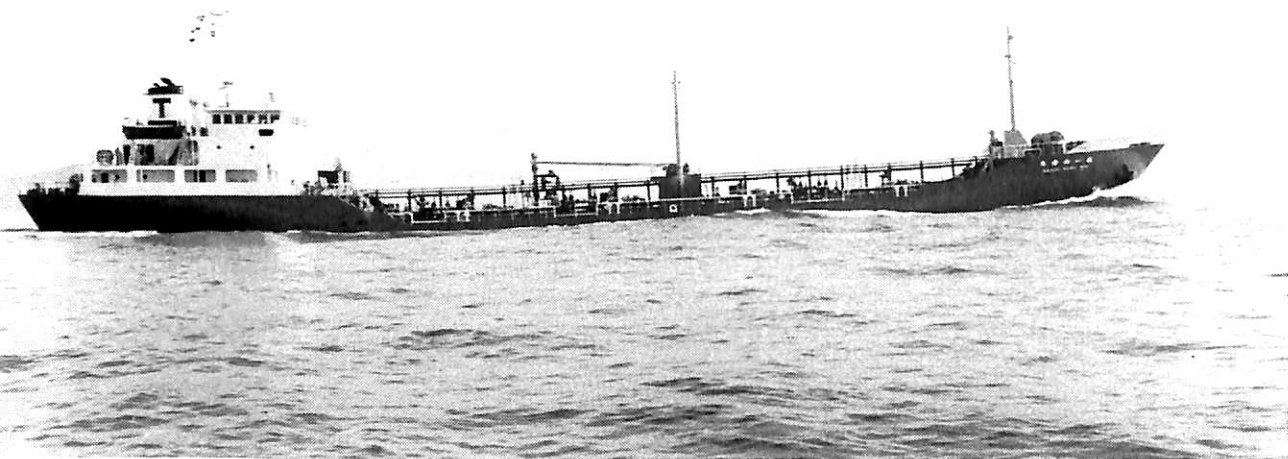


タイハイ
太平洋工業株式会社



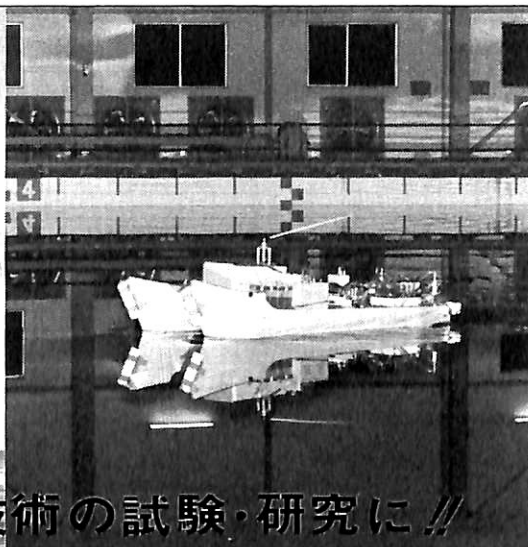
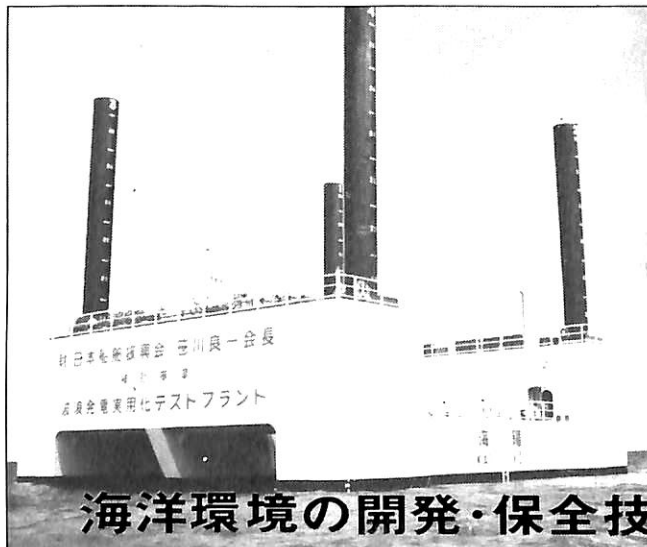
〒615 京都市右京区西院金槌町8番地 ☎075-311-1101(代)
営業所 東京都千代田区神田錦町1-3 島津神田錦町ビル ☎03-291-0147
営業所 広 島・坂 出

JG. UK-DOT.
NK. NV. SBG.
AB. LR. NSA.
BV. ZC.
CR. NSC. 等
SOLAS 1974
承認材



油槽船 第一内海丸 船舶整備公団・内海汽船株式会社
NAIKAI MARU No.1

村上秀造船株式会社建造(第228番船) 起工 59-9-1 進水 59-12-6 竣工 60-1-12
 全長 93.00m 垂線間長 85.00m 型幅 13.00m 型深 6.50m 満載喫水 5.926m
 満載排水量 4,610.68t 総噸数 1,583T 載貨重量 3,354.44t 貨物油槽容積 3,399.752m³
 主荷油ポンプ 750m³/h×70m×2 燃料油槽 169.37m³ 燃料消費量 5.92t/day 清水槽 70.71m³
 主機械 新潟-6M34AFT型(テ)機関×1 出力(連続最大)2,000PS(300/185rpm)(常用)1,700PS
 (284/175rpm) プロペラ 4翼1軸 補汽缶 タクマ クリーンサーモエコ 120SN型×1
 発電機 大洋電機 120kVA×225V×2 (原)ヤンマー 145PS×1,200rpm×2 無線装置 船舶電話
 航海計器 レーダー 速度(試運転最大)13.192kn (満載航海)12.575kn
 航続距離 6,231浬 船級・区域資格 NK 沿海 船型 船首球型一層甲板型
 乗組員 12名



海洋環境の開発・保全技術の試験・研究に!!

沖縄県西表島サバ崎沖で稼働中の「海陽」

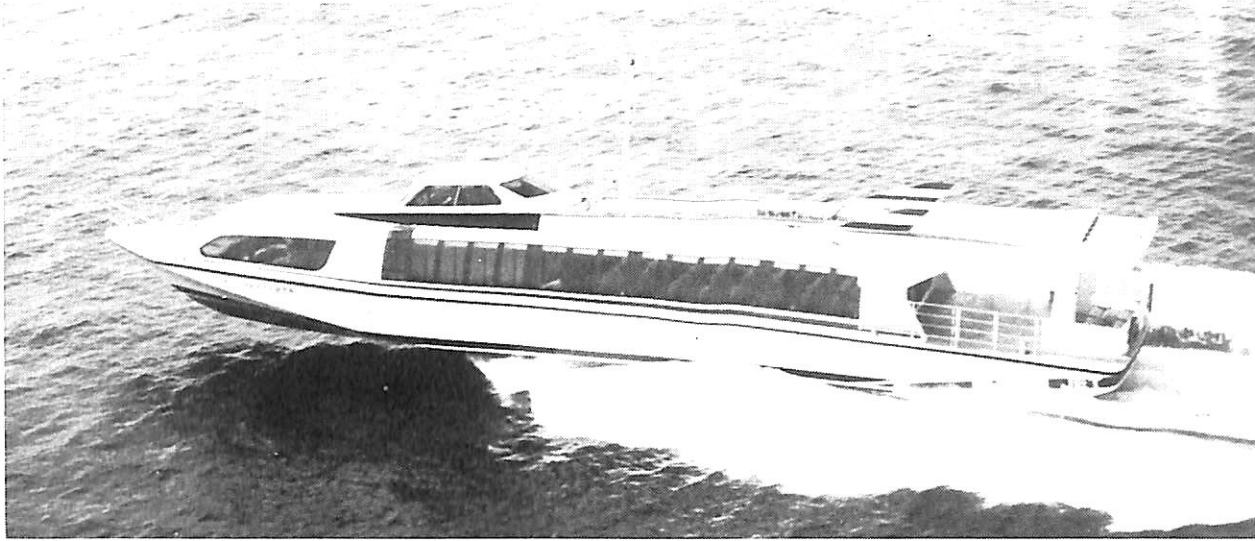
角水槽における油回収船の無線操縦性能試験

(財)日本造船振興財団 会長 笹川良一
海洋環境技術研究所

〒305 茨城県筑波郡大穂町南原2

TEL 0298-64-2125, 2126, ファックス(G-III)専用 0298-64-2127

ウォータージェット高速旅客船“スーパージェット かすみ”

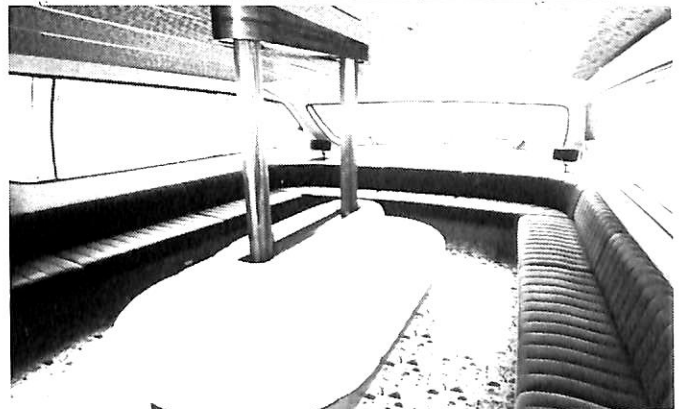
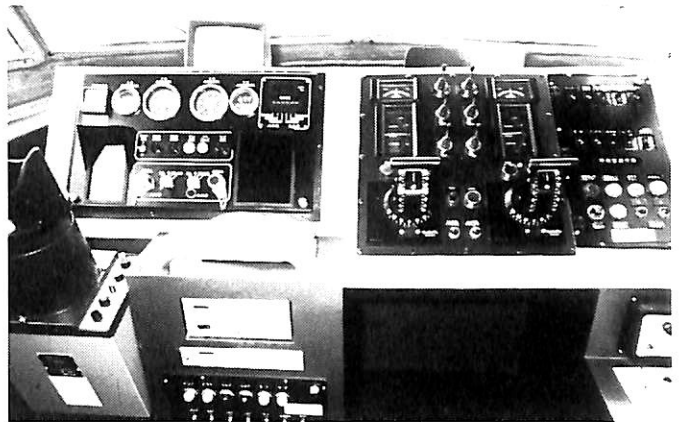


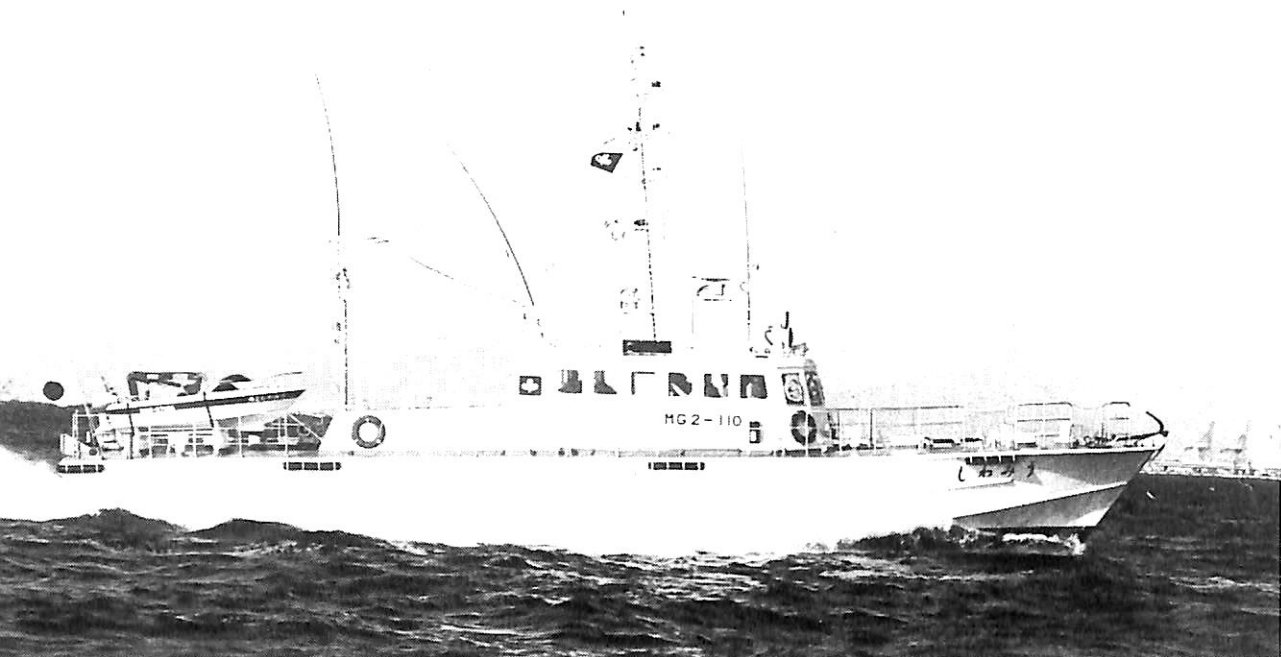
船主 霞ヶ浦ジェットライン株式会社
 ヤマハ発動機株式会社蒲郡工場建造
 竣工 60-2-20 喫水線長 23.7m
 型幅 5.00m 型深 2.10m 総噸数 52T
 燃料油槽 3,000ℓ 清水槽 200ℓ
 主機械 GM12V92T1型(デ)機関×2
 出力 (連続最大)700PS×2 (2,170rpm)
 推進装置 ウォータージェット カメワ
 40S62/6型 1段インペラー式ハイドロ
 ジェット×2, 操舵・前後進用油圧ポンプ
 ビッカース可変容量ベレーン式 最大圧力
 130kg/cm² 吐出量 180/min×2
 汚水タンク 200ℓ 発電機 AC220V
 ×10kVA×3相×60Hz×1 (原)いすゞ
 47PS×1,800rpm×1, 主機発電用防滴交直
 流DC24V65A×2 無線装置
 自動車電話 800MHz 航法計器
 コンパス レーダー 速力(試運転最大)
 32.5kn (航海)27.0kn 航続距離
 285浬(27.0kn) 船級・区域資格
 JG 平水 船型 モノヘッドロンV型
 乗組員 4名 旅客 150名
 航路 水郷潮来～土浦 FRP

(本文28頁参照)

〔写真説明〕

- (上) 船体最上部にある操縦室，向って右側は操縦盤で中央のレバーは操縦，操舵，増減速を一体型ダイヤル方式で行う。左側はレーダー及び受話器でその前方は主機関係の監視盤である。
- (中) 船首部にある32名用サロン。
- (下) 客席からサロン方向を見る。





漁業取締船 うみわし 宮城県

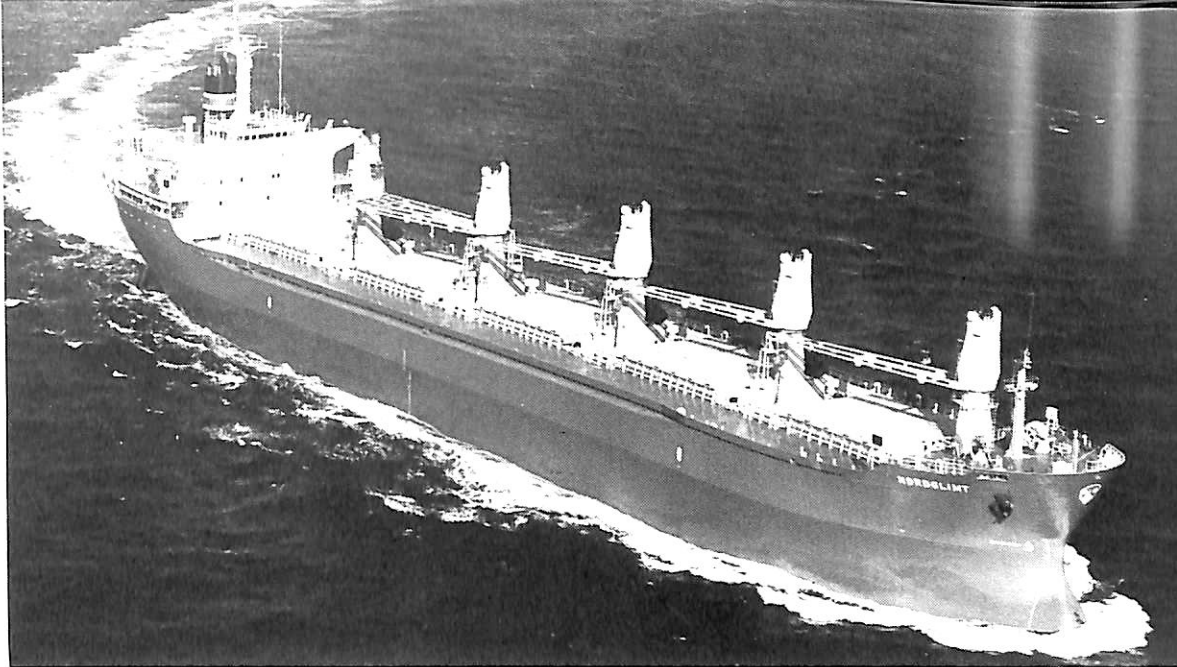
横浜ヨット株式会社建造(第S-834番船)	起工 59-9-11	進水 59-12-6	竣工 60-1-18
全長 24.50m	型幅 5.40m	型深 2.70m	喫水(満載) 1.07m
総噸数 43T	燃料油槽 6.5t	燃料消費量 200ℓ/PS・h×2	清水槽 1,000ℓ
主機械 GM-16V-92TI型(テ)機関×2	出力(連続最大) 910PS×2(2,170rpm)		
プロペラ 3翼2軸	発電機 オーナン社(米国) 交流三相25kVA×AC225V		無線装置
送(上) SSB, DSB 受全波 VHF	航海計器 デッカ ロラン レーダー		速力
(試運転最大) 27.19kn (満載航海) 22.80kn	航続距離 645浬	船級・区域資格 JG 沿海	
船型 V型	乗組員 9名	搭載艇 ヤマハ15 Custom	設計 東京設計研究所

14

警備艇 ひびき 福岡県警察本部

深寿造船工業株式会社建造(第8406番船)	起工 59-5	進水 59-10-20	竣工 59-11-20
全長 18.74m	垂線間長 16.30m	最大幅 4.14m	型深 1.74m
排水量 22.5t	総噸数 19T	載貨重量 3.7t	燃料油槽 2.5㎡
清水槽 0.2㎡	主機械 日産ディーゼルRE10TA06型(テ)機関×2		出力
(連続最大) 500PS×2(2,300rpm) (常用) 450PS×2(2,220rpm)	プロペラ 3翼2軸		
補機関 日産ディーゼルSD2227×1	発電機 大洋電機 交流 15kVA×1, 主機関付充電式		
沢藤電機 24V-35A×2	無線装置 送1	航海計器 ロラン 衝突予防装置 レーダー	
速力(試運転最大) 30.3km (満載航海) 25kn	航続距離 250浬	船級・区域資格	
JG・沿海(限定)	乗組員 3名	他乗組員 12名	FRP製
設計 東京設計研究所			





ノールドグリム

輸出撒積貨物船 **NORDGLIMT**

船主 Nordtramp Interessentskabet (Denmark)
 三井造船株式会社千葉事業所建造(第1281番船) 起工 58-11-1 進水 59-7-2 竣工 60-1-29
 全長 182.080m 垂線間長 174.00m 型幅 29.00m 型深 16.00m
 満載喫水 11.365m 総噸数 23,635 T 純噸数 14,399 T 載貨重量 40,478 t
 貨物艙容積 (ベ) 46,804.9 m³ (グ) 53,809.3 m³ 艙口数 5 クレーン 25t × 24m/min × 5
 燃料油槽 2,062.1 m³ 燃料消費量 29.9 t/day 清水槽 482.7 m³ 主機械
 三井-B&W-6L60MCE型(テ) 機関×1 出力(連続最大)10,800PS(111rpm)(常用)9,700PS(107rpm)
 プロペラ 4翼1軸 補汽缶 Marine 堅型1,400kg/h×1 発電機 大洋電機 AC450V×
 3φ×60Hz×720kVA×3 無線装置 送(主)1.5kW×1 (補)70W×1 受(主),(補)各1 VHF
 航海計器 ロラン NNSS 衝突予防装置 レーダー 速力(試運転最大)16.29kn (満載航海)14.6kn
 航続距離 21,400 哩 船級・区域資格 LR 遠洋 船型 船首楼付船尾楼付平甲板型 乗組員 33名

ショーチャンハイ

輸出撒積貨物船 **寿昌海 (SHOU CHANG HAI)**

船主 Tiangin Ocean Shipping (China)
 株式会社名村造船所伊万里工場建造(第878番船) 起工 59-3-3 進水 59-9-19 竣工 59-11-28
 全長 189.03m 垂線間長 182.00m 型幅 32.20m 型深 16.60m 満載喫水 11.275m
 総噸数 27,766 T 純噸数 14,290 T 載貨重量 45,149 t 貨物艙容積 (グ) 57,724.6 m³
 艙口数 5 クレーン 25t × 24m.r. × 4 燃料油槽 2,169.2 m³ 燃料消費量 25.4 t/day
 清水槽 425.8 m³ 主機械 日立-B&W6L60MCE型(テ) 機関×1 出力(連続最大)9,550PS(99rpm)
 (常用)8,685PS(96rpm) プロペラ 4翼1軸 補汽缶 堅型煙管式 1.5t/h×1, 排エコ 1t/h×1
 発電機 600kVA(480kW)×AC450V×3 (原)750PS×3 無線装置 送(主)1.5kW×2
 130V×1 受(主)全波×2 (補)全波×1 VHF 航海計器 ロラン オメガ NNSS 衝突予防装置
 レーダー 速力(試運転最大)15.807kn (満載航海)14.5kn 航続距離 23,800 哩
 船級・区域資格 ZC 遠洋 船型 船首楼付平甲板型 乗組員 40名





オーシャン ノーブル

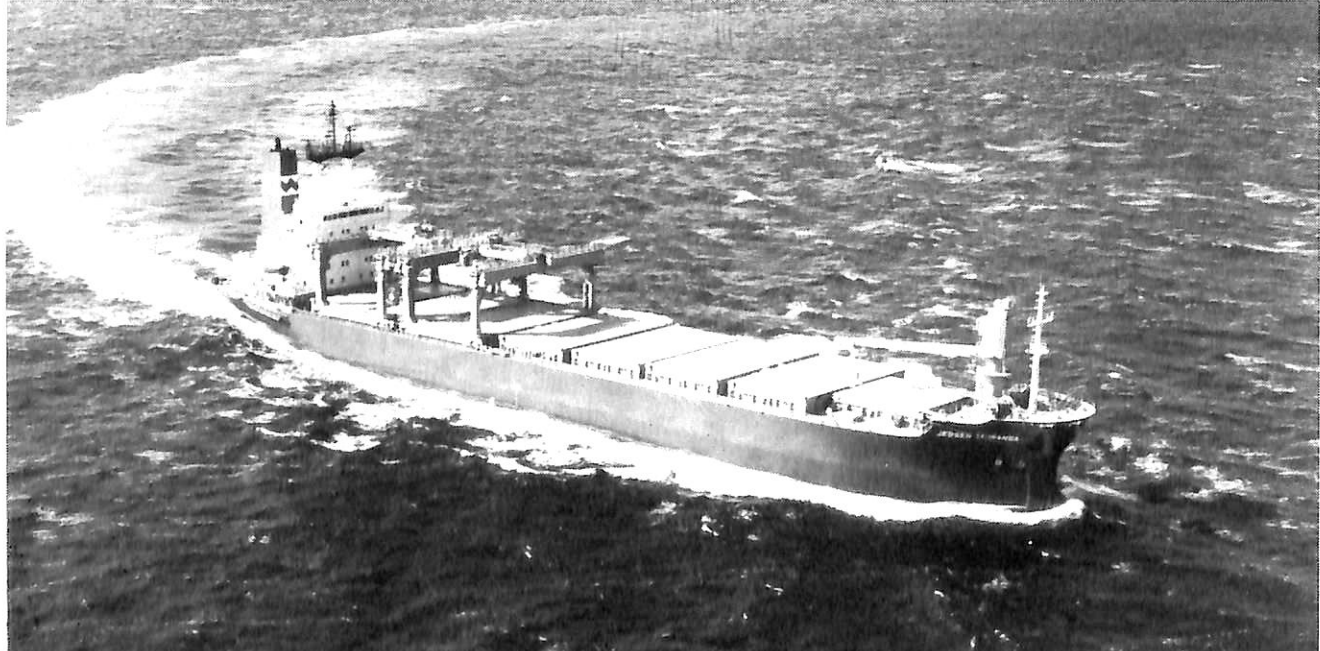
輸出撒積貨物船 **OCEAN NOBLE**

船主 River Spring Corp. (Panama)
 川崎重工株式会社神戸工場建造(第1364番船) 起工 59-7-13 進水 59-9-7 竣工 60-2-28
 全長 179.40m 垂線間長 172.00m 型幅 29.00m 型深 15.40m 満載喫水 10.822m
 総噸数 22,394.0T 純噸数 12,707T 載貨重量 37,963t 貨物艙容積(グ) 45,645m³
 (ク) 47,871m³ 艙口数 5 デッキクレーン 25t×4 Cont.搭載数 140TEU
 燃料油槽 1,558.1m³ 燃料消費量 22.3t/day 清水槽 271.6m³ 主機械 川崎-MAN-B&W
 5L60MC型(テ)機関×1 出力(連続最大)8,000PS(95rpm)(常用)7,200PS(92rpm) プロペラ 5翼1軸
 補汽缶 6kg/cm²G×1,100kg/h×1, 排エコ 6kg/cm²G×1,100kg/h×1 発電機(主)400kW×AC450V×60Hz×3,
 (非)40kW×AC450V×60Hz×1 無線装置 送(主)1.2kW×1,(補)130W×1 受(主),(補)全波各1 VHF
 航海計器 NNSS 衝突予防装置 レーダー 速力(試運転最大)15.73kn(満載航海)14.0kn 航続距離
 21,400浬 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 船首楼付平甲板型 乗組員 30名

ヤブセン タウランガ

輸出貨物船 **JEBSEN TAURANGA**

船主 Viking Marine (Bermuda) Ltd. (Bermuda)
 日本鋼管株式会社津製作所建造(第90番船) 起工 59-5-22 進水 59-8-2 竣工 60-2-21
 全長 174.8m 垂線間長 167.0m 型幅 27.5m 型深 14.2m 満載喫水 10.062m
 総噸数 19,510T 純噸数 9,105T 載貨重量 29,095t 貨物艙容積(グ) 30,228m³ 艙口数 8
 カントリークレーン 30.5t×2, ジブクレーン 25.0t×1 Cont.搭載数 920TEU(on deck 2tiers)
 燃料油槽 1,920m³ 燃料消費量 20.1t/day 清水槽 196m³ 主機械 NKK-SEMT
 Pielstick 6PC4-2L型(テ)機関×1 出力(連続最大)7,350PS/7,240PS(402/67rpm)(常用)6,610/6,510PS
 (389/64.7rpm) プロペラ 4翼1軸 補汽缶 堅型 1.5t/h×6kg/cm²×1 発電機 大洋電機
 1,150kVA×AC450V×60Hz×2, 675kVA×AC450V×60Hz×1 (非)100kVA×AC450V×60Hz×1 無線機器
 送(主)1.5kW×1(補)130W×1 受(主),(補)各1 海事衛星装置 VHF 航海計器 NNSS 衝突予防装置
 レーダー 速力(試運転最大)15.42kn(満載航海)13.9kn 航続距離 28,000浬 船級・区域資格
 NV 遠洋 船型 船首楼付平甲板型 乗組員 19名





安全な航海のため、 操舵室の窓はクリアーに。

結露・氷結から視界をまもります。

変わりやすい海洋気象、飛び散るしぶき、吹き付ける氷雪、操舵室の窓は、どうしても曇りがちです。

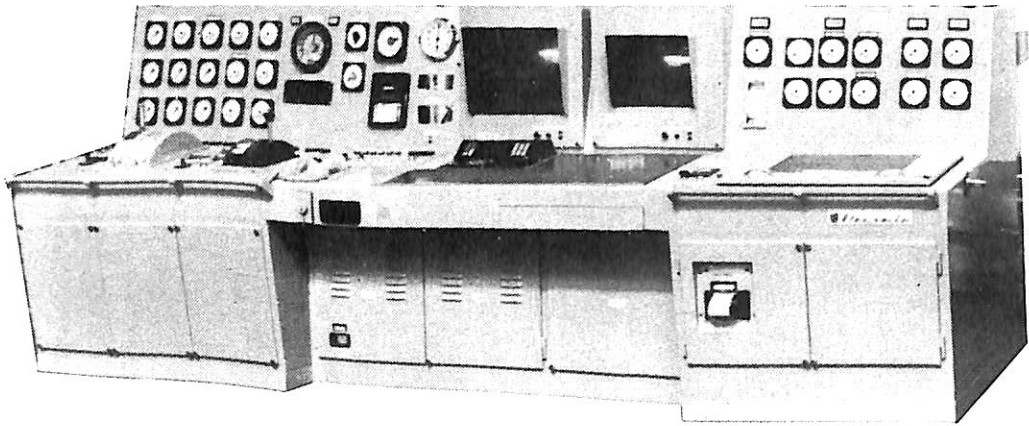
でもヒートライトCの窓なら、いつも快適な視界をお約束します。ヒートライトCは、ガラス表面に薄い金属膜をコーティングして通電発熱させ、曇りだけでなく、氷結を防ぎ、融雪もする安全な窓ガラスです。もちろん金属膜は透視の妨げにはなりませんし、被膜の保護や感電防止も万全です。またガラスは万一割れても破片の飛び散らない安全な合わせガラスです。

ヒートライト®C

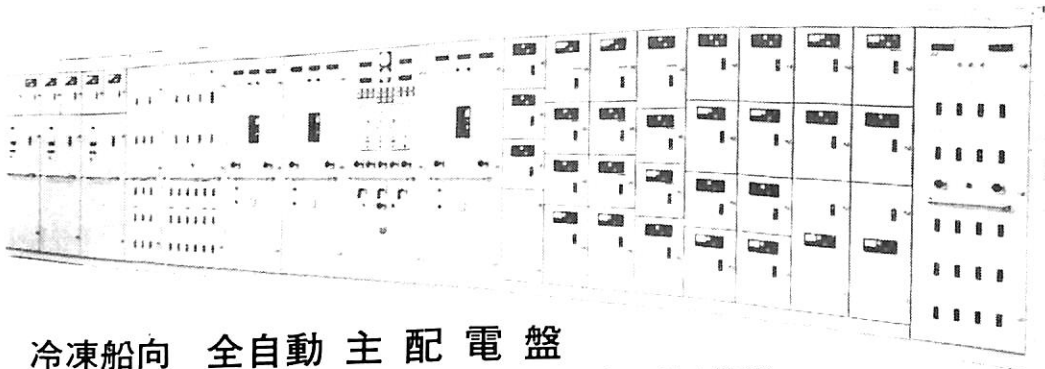
 **旭硝子**

〒100 東京都千代田区丸の内2-1-2 (千代田ビル)
☎(03)218 5397(加工硝子部)

渦潮電機の最新技術で 船の近代化・省力化と経済性アップ!!



カラーCRT付データロガー (UMS-35) 装備、3750台積PCC向
集中監視盤



冷凍船向 全自動主配電盤
(発電機ワンタッチコントロールシステム搭載)

船舶電機のトータルエンジニアリング 設計・製作・艤装

渦潮電機株式会社

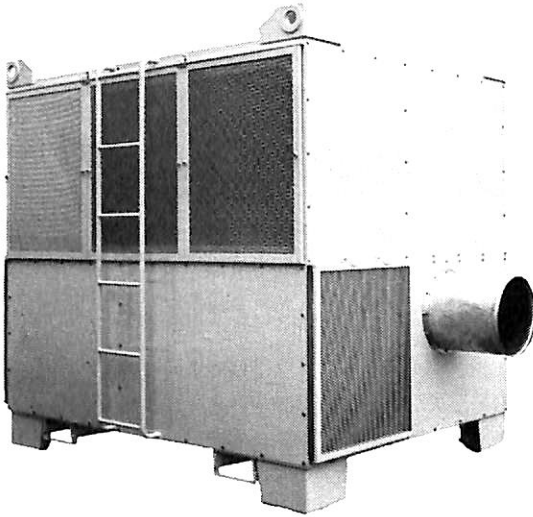
代表取締役社長

小田 道人 司

本社	愛媛県越智郡大西町大字九王甲1520	TEL(0898)53-6111(代)	FAX(0898)53-2266
東京営業所	東京都港区西新橋1丁目19-9	TEL(03)508-1266(代)	FAX(03)508-1265
松山営業所	松山市南齊院町179	TEL(0899)71-9945	
広島営業所	広島市中区本川町2丁目6-10	TEL(082)291-0958	

未来を開くパイオニア!! 空調装置と冷凍装置の総合メーカー

潮スポットクーラー

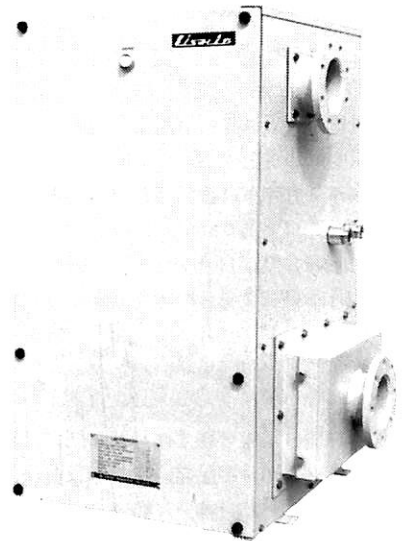
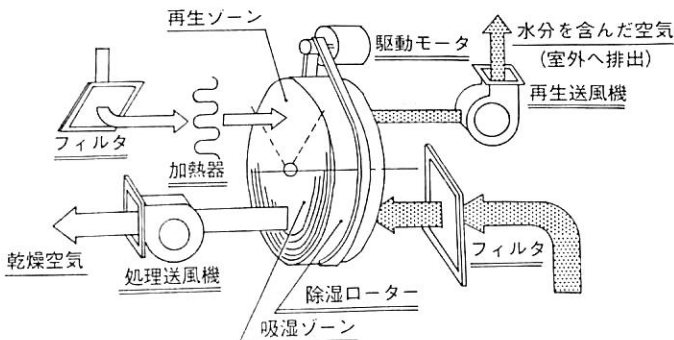


風神

こんなところにはスポット冷房を!

- 造船所(船殻・二重底・艀装工事)
- タンク製造業●金属熱処理工場
- プラスチック工場●機械組立作業所
- 土木建設作業所 その他、高温・多湿・発熱体のあるところ

貨物艀内除湿装置ドライキーパー

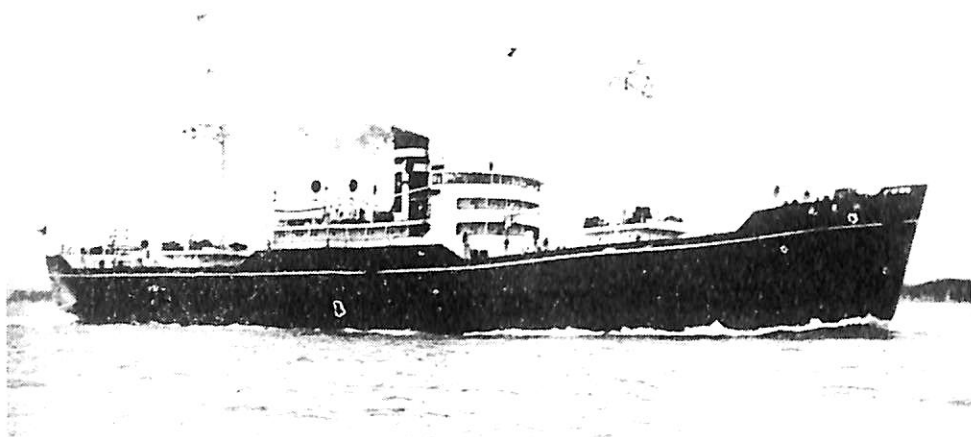


潮冷熱株式会社

代表取締役社長 小田 園

本社・工場 愛媛県越智郡大西町大字脇甲883-1 TEL(0898)53-2400(代) FAX(0898)53-6363
東京営業所 東京都港区西新橋1丁目19-9 TEL(03)508-1266(代) FAX(03)508-1265
松山営業所 松山市南斎院町179 TEL(0899)71-9945
広島営業所 広島市中区本川町2丁目6-10 TEL(082)291-0958

貨物船 伏見丸 内外汽船→山下汽船



1

大阪鉄工所(現日立造船)因島工場建造	船舶番号 43717	信号符字 JTTL	進水 昭12-8-7
垂線間長 112.57m	型幅 16.50m	型深 8.90m	満載喫水 7.2m
満載排水量 10,082t	総噸数 4,935T	純噸数 2,939T	載貨重量 7,094t
貨物艙容積(ベ)8,583m ³ (グ)8,841m ³	主機械 タービン機関×1		船級・区域資格
連信省 第1級船 鋼船	乗組員 43名		旅客 1等4名
姉妹船 天竜丸, 神竜丸, 三興丸, 浪速丸, 武庫丸, 神風丸, 第6真盛丸			船籍港 神戸

内外汽船が大阪鉄工所(現日立造船)に発注した貨物船で神戸を船籍港とする。

昭和16年9月陸軍に徴用され軍用船となり9月25日大阪発, 10月3日上海を経て10月9日大阪にもどり, 11月18日山口県柳井発, 11月30日チェンボン, 12月14日シンゴラ, 12月23日三垂を経て昭和17年1月11日, 宇品に帰る。

昭和17年1月14日宇品発, バンナム, メラクを経て占領間もないシンガポールに3月16日進出, 4月3日サイゴン, 4月10日基隆を経て4月25日門司に帰る。

昭和17年6月25日宇品発, 7月中は黄浦, 九竜, 上海方面を行動し7月25日神戸に帰る。

昭和17年7月27日宇品発, 8月7日マニラ, 9月1日ダバオ, 9月2日テブニコを経てサイゴンに向い, ガダルカナル島へ第17軍を増強する作戦で同軍の第21旅団主力の歩兵2コ大隊をのせた4隻から成るY船団に加わり10月21日サイゴンを出撃, 11月12日パラオ着, 11月16日「追風」「駆潜20号」の護衛でパラオ発, 11月22日ラバウル着, 部隊を揚陸, 12月17日ラバウル発, 12月18日サンタクルズを経て昭和18年2月1日大阪に帰る。

昭和18年2月10日柏原発, アッツ島再占領や防衛力強化のため飛行場資材, 建築資材, 糧秣を積み「若葉」の護衛で第15船団2隻に加わり, 2月14日キスカ島に部隊

を揚陸す。

昭和18年2月24日柏原発, 第17船団2隻に加わり高射砲などを積んでキスカに向ったが途中で敵の反攻により輸送を中止し, 4月17日小樽にもどる。

昭和18年3月, 内外汽船と山下汽船が合併し, 本船も山下の所有となる。

昭和18年4月18日小樽発, 4月22日柏原を経て, 5月4日小樽にもどる。

昭和18年5月15日小樽発より8月14日小樽にもどるまでの間, 小樽と得撫島の間を6往復する。

昭和18年10月7日小樽発, 10月10日釜山を經由して, 11月12日小樽にもどる。

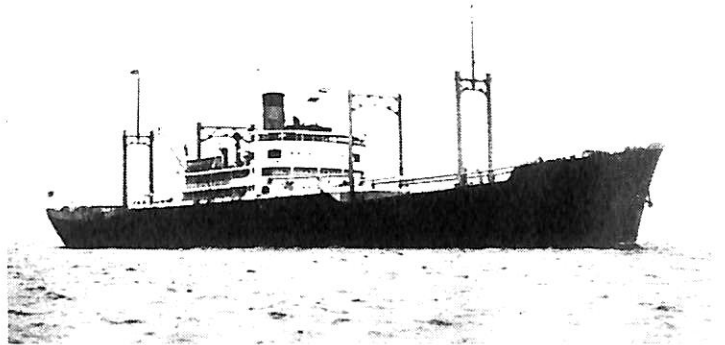
昭和18年12月15日小樽発から昭和19年1月12日小樽着までの間, 小樽一丁寧間を3往復する。

昭和19年2月23日小樽発, 千島への兵力増強のため東1号演習輸送として北千島へ向い2月28日部隊を揚陸して3月8日小樽にもどる。

昭和19年4月22日大湊発, 4月30日擇捉島着, 5月3日歩兵第130連隊の第3大隊の主力を乗せて擇捉島単冠港を出撃, 5月3日午前11時30分得撫島南端北緯45°37'東経150°5'にて米潜 Tautog (SS 199) の雷撃を受け12分間で沈没, 700名のうち軍人284名船員30名が救助された。本船はウルップに向う途中であった。

貨物船 新 玉 丸 玉井商船

鶴見製鉄造船所建造 船舶番号 44850
 船舶符号 JUHM 起工 昭12-10-18
 進水 13-7-27 竣工 13-11-4
 全長 142.77m 垂線間長 134.00m
 型幅 18.00m 型深 10.30m
 満載喫水 8.243m 満載排水量 14,567.0t
 総噸数 6,783.0T 純噸数 4,058.14T
 載貨重量 10,200t 貨物艙容積(ベ)
 14,246m³ (ク) 15,637m³
 主機械 石川島衝動複汽笛減速装置付
 タービン機関×1 出力(連続最大)
 3,838PS (常用) 3,100PS
 速力(試運転最大) 15.225kn (満載航海)
 12.0kn 船級・区域資格 通信省
 第1級船 NS, BS 乗組員 50名
 旅客 1等6名 姉妹船 山霜丸(山下汽船)
 船籍 東京



昭和13年7月27日、午後5時30分横浜にて進水、本船の汽缶のうち2缶は石炭焚きで、1缶は石油焚きであった。

昭和16年8月26日海軍に徴用され呉鎮守府所属、第6艦隊直属の運送船となり太平洋戦争開始時には先遣部隊の補給部隊としてマーシャル群島クエゼリン島に潜水母艦平安丸、靖国丸などと共に展開していた。

昭和18年1月8日午前9時釜山を出港、ガダルカナル島戦況不利のため大陸の部隊を南方に急派する丙号輸送に加わり、丙1号輸送隊第2輸送隊として釜山の第20師団主力をのせて1月15日パラオ経由、1月21日ウエワク

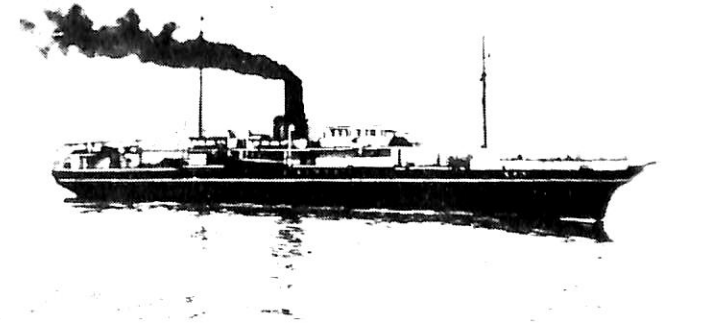
に兵員897名、車輛6、物件1,200を揚陸した。昭和18年2月12日青島から第41師団を乗せた丙3号輸送に加わり、2月26日ウエワク着、兵1,349名、車輛17を揚陸。

昭和18年4月28日8号演習輸送のK428船団に加わり佐伯を出港、パラオより第4次ウエワク輸送に加わり第41師団の一部を乗せて5月14日ウエワクに揚陸。

昭和19年3月29日第7派遣隊南洋第5支隊をメレオンに輸送するためパラオを出撃したが、グアム島近海北緯13°16′東経145°11′にて米潜 Seahorse (SS-304) の雷撃を受け、火災発生して沈没した。

貨客船 伏 木 丸 太湖汽船→嶋谷汽船→北日本汽船→東和航運→太田博

Scott & Co. グリーンノック(英)建造
 船舶番号 18398 信号符号 MTGQ
 →JDYB 進水 1889-6
 垂線間長 71.35m 型幅 10.36m
 型深 7.92m 満載喫水 5.66m
 総噸数 1,332.45T 純噸数 806.6T
 載貨重量 1,300t 貨物艙容積
 (ク) 55,985f³ 主機械 三連成レシプロ
 機関×1 出力(連続最大) 1,100PS
 速力(試運転最大) 12.0kn (満載航海)
 11.5kn 船級・区域資格
 通信省 第1級船 鋼船 乗組員 41名
 旅客 2等27名, 3等247名
 船籍港 大阪→由宇→西宮→神戸



英国グリーンノックのScott造船所で建造されたTungue号(Mala Real所有,リスボン籍)でその後Touarey号(Cie. de Nav. Mixte所有, マルセイユ籍), Si-Kiang (East Asiatique Francais所有, マルセイユ籍)と船名、船主が移り変わった。

大正5年、太湖汽船が輸入し、伏木丸と改名、大阪を船籍港とす。

大正6年、嶋谷汽船の所有となり、船籍を由宇に移す。

大正7年、船籍を西宮に移す。

大正8年4月4日より鉄道省に備船され青函航路に就航、大正13年10月10日解備された。

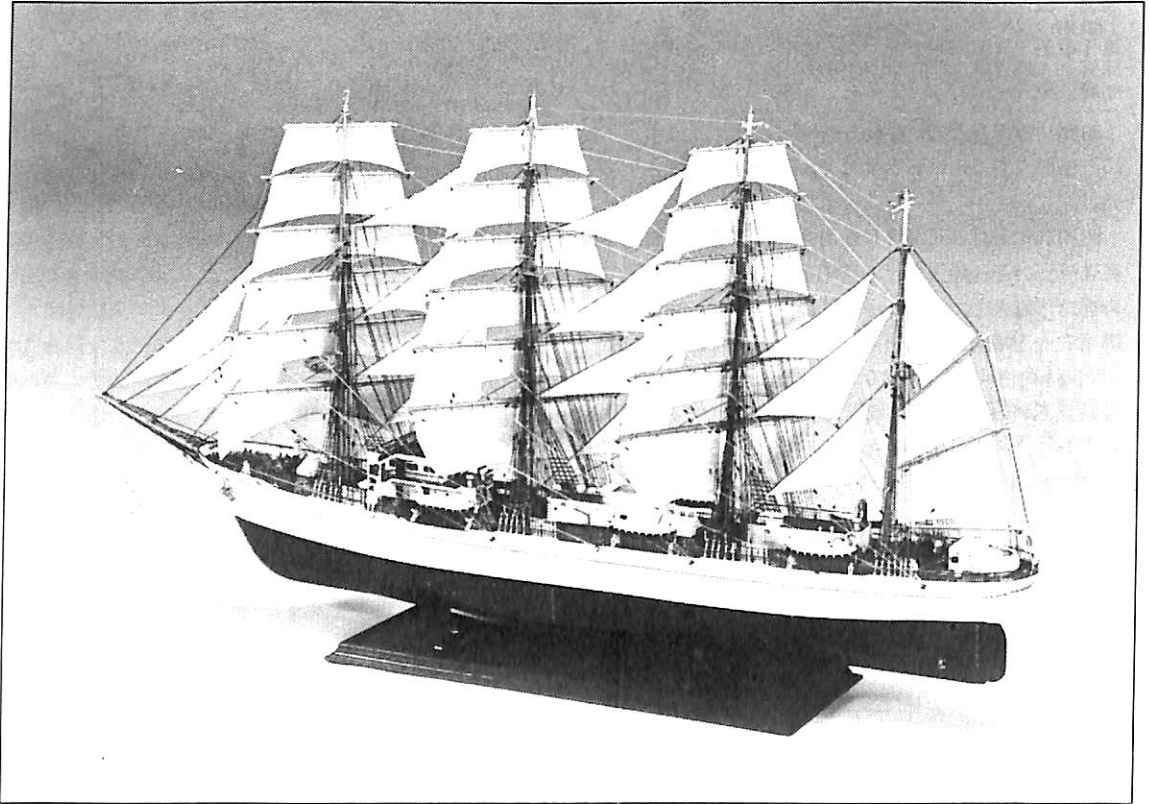
大正14年11月24日、9万円で北日本汽船に売却され、船籍を神戸に移し、大正15年5月より小樽—東知取急行線の第1船として就航。昭和3年1月より敦賀—清津線の第1船として就航。

昭和6年9月、2万円で東和航運へ売却される。

昭和6年11月13日、大阪の太田博に売却される。

昭和6年12月、乗客170名をのせて済州島から大阪に向う途中、済州島海岸に坐礁、乗客全員が退船する事故があった。昭和9年3月3日、木本勇三に3万636円で売却され、三井物産の朝日山丸の建造の解体見合船として解体され、5月28日完了した。

進水記念贈呈用に
不二の船舶美術模型を



練習帆船 “日本丸” 縮尺1/75 模型

船主：運輸省航海訓練所

発注先：住友重機械工業(株)

株式会社 不二美術模型

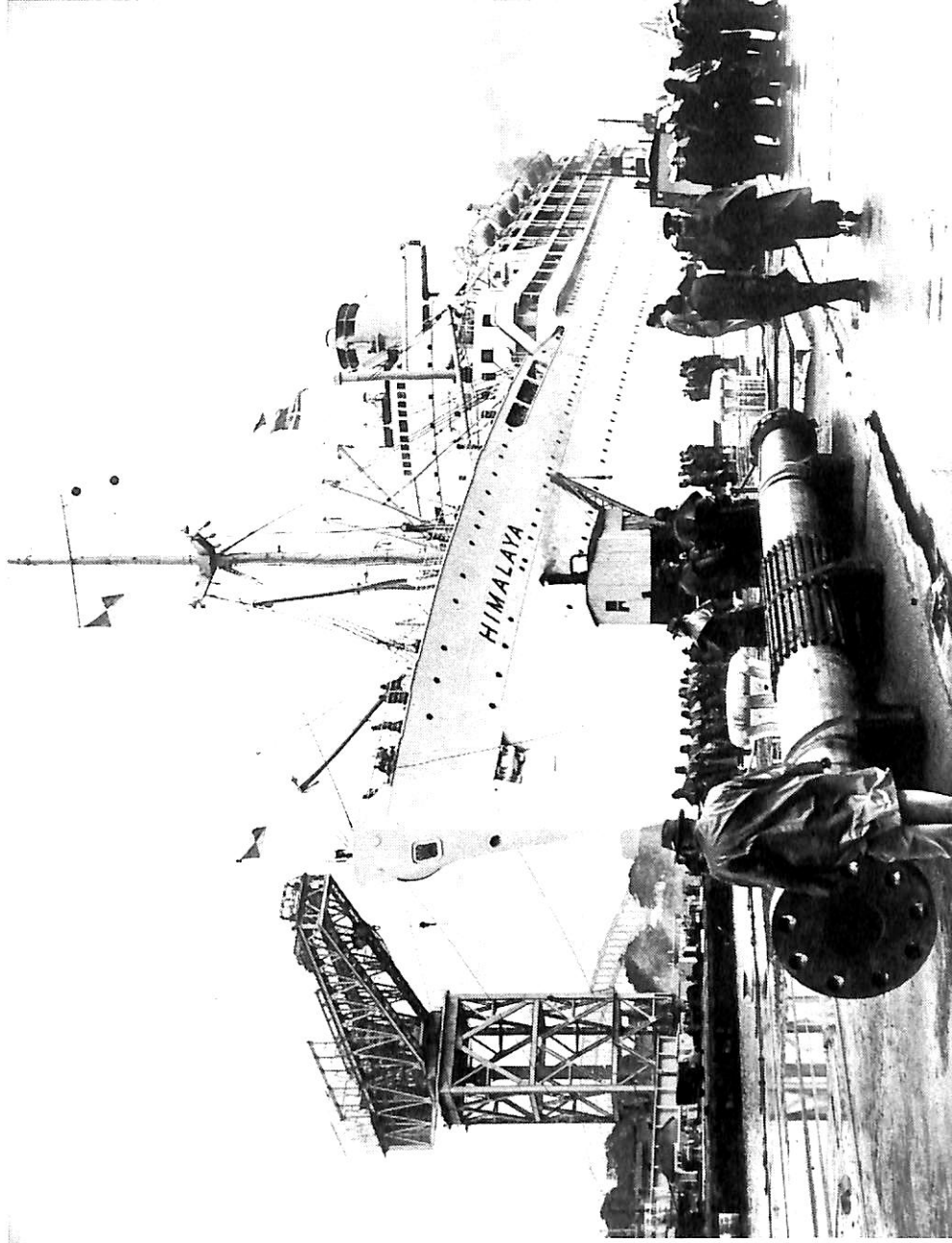
代表取締役社長 桜庭 武二

東京都練馬区高松 2 丁目 5 の 2 TEL. 東京 (998)1586

Merchant Ships and People Around.

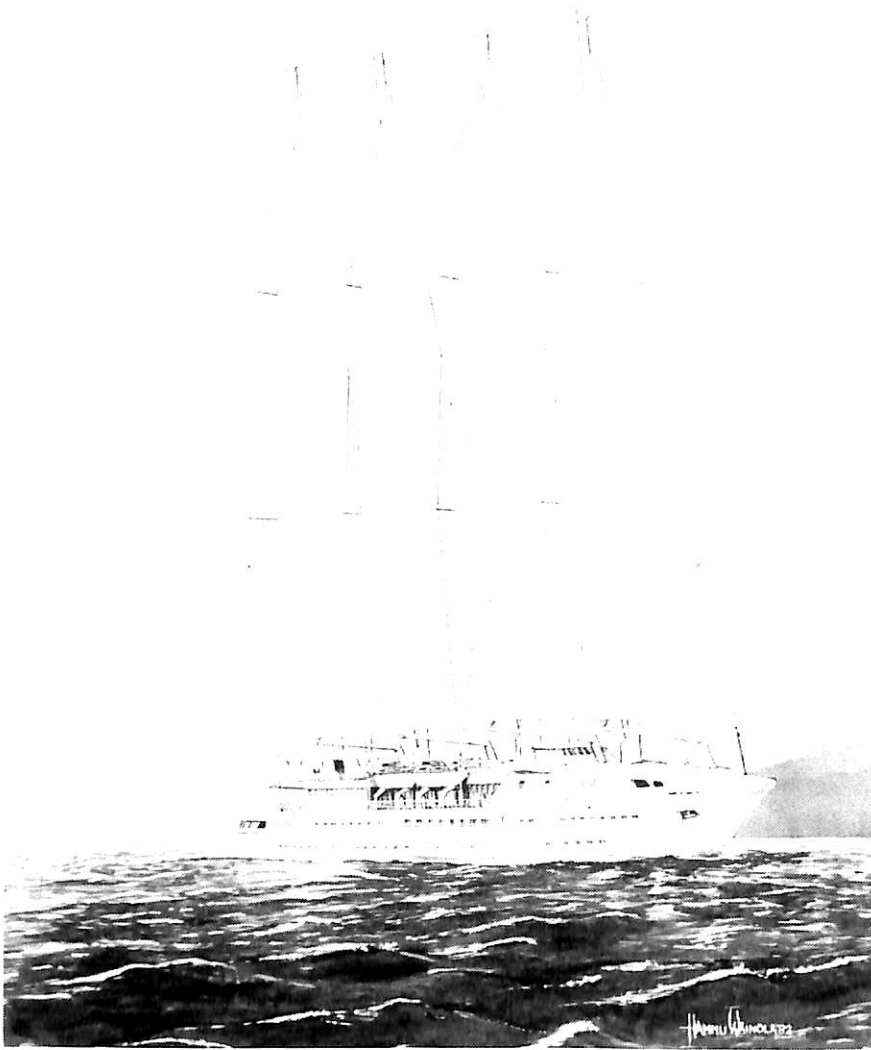
入渠する巨船を見守る人びと

H. M. S. HIMALAYA about to drydock in Sydney



右の写真は、イギリス客船 ヒマラヤ HIMALAYA (27,955総トン)が、シドニー港の船渠に入りつつある光景である。折りからの風雨のなかで、交替の船員やドック関係者が一斉に見守っている。既に両舷から係船索がとられ、タグボートに曳かれた巨体がしきりと近づくと、緊張したシーンである。船首とマストに翻る乙旗(船主の社旗)と、人びとの雨合羽の皺が風の強さを物語っている。本船はもう10年前に解体されてしまったが、P&O社が、大戦後の船隊再建計画により建造した最初の大形船である。1949年完成してから10年間、ロンドン〜シドニー線に就航して、シドニー市民に親しまれた。1958年から、この定期航路が北米西岸に延航され、さらに1年後、日本、香港に寄港して英本国に帰る三角航路を始めた。年輩の読者のなかには、まばゆいばかりに純白の巨体を横浜港大棧橋に横たえていた姿に接した記憶をお持ちのかたもおられよう。写真の撮影日は不明であるが、煙突がソーニークロフト式に改造されたのが1953年であるから、それ以降のものである。

21世紀の船舶 (2)



大型旅客ウインドクルーザー

旅客 150名から200名を対象としているウインドクルーザーである。帆は、鋭角のマルコニーリグ型を採用している。

アスペクトレシオを大きくとり揚力の増大とモーメントを大きくとる事によって速力の増加と安全性を考えたスマートな大型レジャーウインドクルーザーである。

建造される第1船ウインドクルーザーの実現性も早くセイルクルーズ社(米国に設立)が帆走クルーザー(全長約300ft, 150名乗り, コンピューター制御, 4本マスト6枚縦帆)をWärtsiläの基本設計にもとずき建造準備を進めている。就航予定は来年末を予定し, 主にカリブ, メキシコ海域を中心に順風満帆白波をけ立て, 巡航する豪華客船を見かける日もそう遠くない事である。

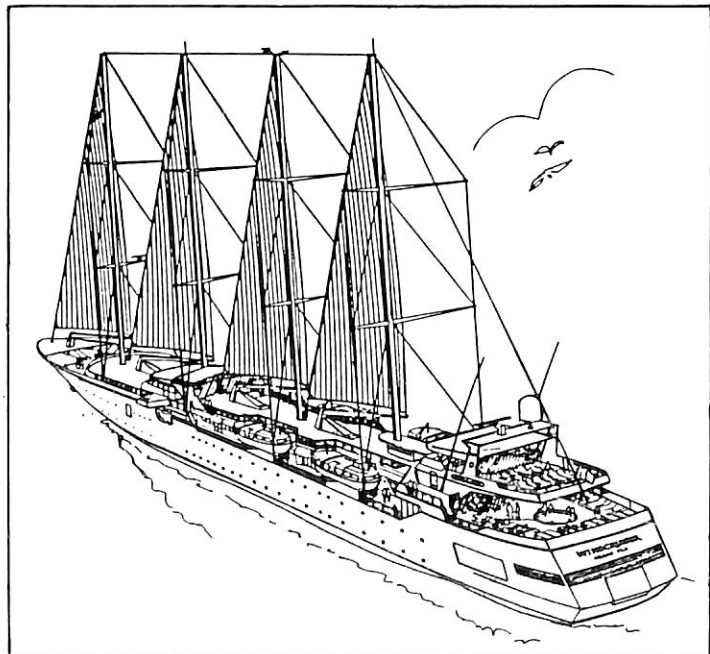


Photo : Oy Wärtsilä Ab

5月のニュース解説

米田博

海運・造船日誌

4月19日～5月19日

○海運・造船問題

●一般政治経済問題

4月

24日○23、24日の両日、運輸省海上技術安全局主

(水) 催の「21世紀を目指した船舶技術に関する国際シンポジウム」が開催された。

○船舶解撤促進委員会、国際解撤推進部会発足。

○日本造船振興財団は、60年度技術開発基金による融資、補助事業の実施計画を決めたことを明らかにした。融資対象事業は5件、融資額6億5,749万円(研究費総額6億7,757万円)主な事業は造船所生産技術の超近代化研究開発(造船ロボット)など。補助対象事業は25件、補助額4億960万円(研究費総額5億1,370万円)。

26日●衆院本会議で、29日で切れる今国会の会期(金)を6月25日まで57日間延長することを可決。

○全日本海員組合と汽船関係船主団体の60年度労働協約改定交渉が幕を閉じた。外航二船団の場合定昇込みベア9,450円(5.2% up), ベア4,800円(2.64% up)。

29日○春の叙勲。運輸省関係は278氏。うち勲一(月)等瑞宝章に梅田善司川崎重工業会長・元日本造船工業会会長、朝田静夫・元運輸事務次官・元日本航空社長など。

○春の褒章受章者。運輸省関係は黄授20氏、藍授34氏の計54氏。藍授受章者中に三菱重工業副社長・甲斐敬二氏、元川崎重工業副社長・仁瓶廉三氏が含まれている。

30日●日本貨物航空(NCA)の米国乗り入れを

(火) めぐる日米航空協議が決着した。5月8日第1番機が成田を離陸して米国に向った。

●大蔵省が発表した国際収支速報によると、59年度の経常黒字はこれまでの最高の370億ドルに達し、貿易収支も456億ドルの黒字を記録した。

5月

4日●第11回主要先進国首脳会議(ボン・サミット)

(土) 2日開会。4日閉会。各国代表は日本中曽根首相、西独コール首相、米レーガン大統領、英サッチャー首相、仏ミッテラン大統領、伊クラクシ首相、加マルルーニー首相、ECドロール委員長の8名。「第2次大戦終戦40周年に際しての政治宣言」「経済宣言」を含む共同声明を採択、発表して閉幕した。新たな多角的貿易交渉(新ラウンド)の交渉開始時期をめぐる仏と他の諸国との対立が解けないままに閉幕した。

8日●欧州石油市場の原油スポット相場が値下がりした。6月渡しのブレンド(北海)25.85ドル、アラビアンライト(中東)26.75ドル。

10日●西豪州LNGの導入計画を進めていた東京、(金) 中部、関西、中国、九州の電力5社と東京、大阪、東邦のガス3社はメルボルンで供給者側であるシェルなど6社と売買契約に仮調印した。同プロジェクトは1989年10月から19年間にわたり年間合計584万トンのLNGを導入する。正式調印は6月末の予定。

14日○海運造船合理化審議会海運対策部会第18回(火) 小委員会。運輸省から川崎汽船を除くニューヨーク航路の合理化計画について報告。

16日○日本造船学会で将来技術検討委員会報告会(木)が行なわれた。

17日●三菱石炭鉱業南大夕張鉱業所でガス事故が(金) おき62人死亡の大惨事となった。

21世紀の船舶技術

国際シンポジウム

4月23・24日の両日、運輸省海上技術安全局の主催、(財)日本造船振興財団の後援で、三田の笹川記念会館において「21世紀を目指した船舶技術に関する国際シンポジウム」が開催された。シンポジウムの準備は実に綿密に行なわれていたもので約400名の参加者はいずれも非常に深い感銘を受けた様子であった。私は本誌1983年3月号で日本船舶輸出組合主催の「船舶輸出フォーラム」を紹介したことがあるが、今回のシンポジウムのコーヒーブレイクの時に参加者同志が「船舶輸出フォーラム」を思い出した話をしておられるのを耳にして、本解説を書くこととした次第である。

シンポジウム第1日は運輸省海上技術安全局長神津信男氏の挨拶に続いてShell International Marine Ltd.(英)の技術担当重役E.H.クラウセン氏の「Thoughts of a Tanker Operator」、Sea-Land Service, Inc.(米)の技術担当副社長M.J.ジョンソン氏の「Future Ships from the Owners Perspective」、ハンブルグ造船研究所長兼ハンブルグ大学造船科主任教授(西独)O.クラッピンガー氏の「Some Notes on Engineering Science with a View to Future Ship Technology」、Wile Wilhelmsen(ノルウェー)の技術担当重役M.クバンデ氏の「Owners' Requirements to Future Ships」について講演があった。

第2日には「21世紀を目指した船舶技術」をテーマとしたパネル討論が行なわれた。パネラーは講演者4氏と、元良誠三(長崎総合科学大学学長)、小山健夫(東京大学教授)、石井信夫(日本郵船㈱常務取締役)、大塚卓朗(三井物産㈱取締役)の4氏の計8名であった。

討論は元良氏が議長となり、海上技術安全局技術課長片岡栄夫氏が第1日の各氏の講演趣旨

を紹介したのに続いて、日本人パネラー3氏がそれぞれコメント又は質問をして、講演者が答え、更にフロアーからの質問に対して講演者が答えるという方法がとられ、後には講演者の日本側に対する質問も行われ、実に見事に意見交換が行なわれた。討論を閉じるに当たり、元良氏は討論の成果をサマライズして、次の8つをあげている。

1. 船舶の技術開発は、全体として当面めざましい進展はなく、21世紀に向けてゆるやかに進展していくであろう。

2. 乗組員の削減は、運航コストの低減の観点から重要な技術開発テーマであるが、当面ゆるやかに進むであろう。しかし、将来は超近代化船の可能性もあり、それに向けての技術開発が必要である。

3. コンテナ船の大型化はパナマ運河の制限で限度に達している。パナマックスを超えての大型化を行うか否かの岐路については、すでにフィジブルである可能性もある。なお、パナマックスを超えての大型化については、船主、造船所のみならず、ポートオーソリティの協力もまた必要である。

4. 当面の技術開発の最大テーマは、信頼性の向上技術である。

5. 4に関連して長期保証あるいはメンテナンスフリーの問題が将来の技術開発のテーマとして取りあげられるのではない。

6. タンカーについては、21世紀前半までは、現在の姿、つまりもっと洗練された形になるであろうが、VLCCが中心的存在になるであろう。

7. 主機については、燃料がリーズナブルな値段で手に入る限り、ディーゼル機関が主流になるであろう。それとともに低質油対策が非常に重要な問題となるであろう。

8. 新しいシステムの開発にあたっては、エンジニアリング・デザインの手法を取り入れ、確立する必要がある。そして評価のためのバリュースystemはテクニカルなことばかりでなく、経済

および安全の要素を含むべきである。

造船学会の将来技術検討

先月のニュース解説でとりあげたように、日本造船振興財団の造船業長期ビジョン調査研究会は21世紀をにらんだ造船の長期ビジョンについて報告書をまとめて3月19日発表した。運輸省海上技術安全局は近く海運造船合理化審議会に諮問して総論的ビジョンからの各論展開に入る意向のようである。

続いて前述したように、4月23、24日の両日、運輸省は「21世紀を目指した船舶技術に関する国際シンポジウム」を開催した。更に続いて5月16日には、日本造船学会昭和60年春季講演会の関連行事として「将来技術検討委員会報告会」を開催し、「21世紀へ向けての造船関連技術開発課題」を報告した。

本報告は、日本造船学会が日本中型造船工業会および日本舶用品工業会の協力により行なったもので、委員会は58年2月から60年4月まで2年3カ月にわたって検討した。作業の方法としては58年度に造船関連技術29項目を選定し、59年度にアンケート調査により技術課題のしぼりこみを行なうと共に、委員会外部の有識者の意見を得ながら課題内容の明確化を行なった。

委員会は藤田謙東大名誉教授を委員長とし、11名の委員と1名のオブザーバー（運輸省）で構成されているが、報告会当日は藤田委員長の「将来技術検討内容の枠組」に続いて委員の中から、石川島播磨重工業の坂野希氏が「ロボット及びセンサー技術の動向」、三菱重工業の福垣数男氏が「推進用エネルギー技術の動向」、三井造船の綾日天彦氏が「次世代造船CIMS」について報告された。ここでは各報告を紹介する余裕がないので委員会が21世紀に向けての造船技術課題として選定した7つの課題について紹介しておく。報告書が述べているように、順序は分野別であって重要度順ではない。

1. 計算流体力学による流体力の算定

(1)流体運動シミュレーション用コンピューター・コードの開発、(2)小型計算水槽の試設計、(3)模型船及び実船における実験解析、等を研究開発する。

2. 新センサー技術の船用機関部への応用

(1)高信頼度センサー（信頼性向上、メンテナンスフリー）、(2)高精度センサー（広範囲最適制御）、(3)直接監視センサー（故障予知診断、最適保守）、等を研究開発する。

3. 造船工作自動化に必要なセンサーの開発

溶接ロボットその他マテハン・組立にまで適用分野を拡大するために、任意の環境の下で2次元・3次元の感覚認識を行ないうるセンサー、大型構造物用の形状計測センサー、等を研究開発する。

4. 新型式船舶・新エネルギー技術

総合技術としての船用原子力プラント、舶用酸素エンジン、新型式船舶（非排水型高速船）、エネルギー技術としての超電導技術、電力貯蔵、燃料電池、酸素富化膜、水素エネルギー利用、水素貯蔵合金、等を研究開発する。

5. ADDA (Advanced Design by Analysis)

船体構造設計を経験工学的のみ扱わず、Design by Analysis による設計思想によるものが出てきたが、これを更に進展させ、外力・操船・検査・メンテナンス及び建造法と構造強度とを定量的に結びつける高度複合技術を研究開発する。

6. CIMS (Computer Integrated Manufacturing System)

CIMSは受注から引渡しまでの企業活動の全てのステージをコンピューターで支援するシステムである。設計と工作の総合、合理的な資材管理、配材、工程管理をロボット化による工作の自動化とならんで行なうCIMSを研究開発する。

7. 船舶総合支援システム

(1)船舶運航に関するさまざまな機能のシステム化、(2)高度通信網の整備、(3)運航データベースの確立、(4)造船所連合の保守データベース、等を研究開発する。

●新造船紹介

ウオータージェット高速旅客船 “スーパージェットかすみ”

ヤマハ発動機・蒲郡工場設計課
菅 沢 實

1. まえがき

本船は、昭和59年8月霞ヶ浦ジェットライン(株)より発注され、当社において設計・建造し、昭和60年2月20日引渡しを終えた。

その後、3月17日から始まった国際科学技術博覧会つくば EXPO '85に合わせて、水郷潮来と土浦を結ぶ、霞ヶ浦の定期旅客船として活躍している。

霞ヶ浦ジェットライン(株)は、茨城県土浦市と潮来町を主体とする第三セクターの会社であり、この科学博覧会を機会に、霞ヶ浦を主体とした広域観光の振興と、万博協賛事業として輸送手段の拡充の目的で設立され、約10年前に廃止された定期航路を再開した。

霞ヶ浦は、水深が浅く、かつ、湖底には水藻が水面下約70cmまで生えている。そして更にヘドロが堆積しており、スクルー・プロペラでは、水中をかきまぜて漁業資源や環境への悪影響を引き起こすために、ウオータージェット推進による船が計画された。

丁度当社では、約3年前に、当誌面に於いても紹介した、沖縄県離島海運振興(株)に納船し、珊瑚礁の八重山諸島に定期旅客船として就航している“とろびかるくいーん”を開発しており、外観も非常に未来的であり科学技術博覧会にふさわしいと認められ、その姉妹船として、更に高性能化・大型化および斬新で美しいデザインを追求して、国内最大・最高性能の高速ウオータージェット



疾走する“スーパージェットかすみ”

船を開発し、その完成を見たもので、ここに本船の紹介をする。

2. 計画概要

計画の主眼は以下の通りである。

(イ) 喫水が70cm以下であること。

まえがきで述べた通り、航路の環境による。

(ロ) 常備状態において27kn以上の速力を出すこと。

土浦～潮来間の航路は、約37knである。どのように素晴らしい乗り物でも1時間以上になるとあきってしまう。したがって、出入港を含めて50分とした。

(ハ) 保針性を良くすること。

浅喫水である必要性から、船型的にV角度が浅くフラットであり、かつ水中に突起物が全く無い。そのため、保針性が舵を有する船に較べて落ちるので、船尾船底に水中側面積の約7%程度のスケグを設けた。これは“とろびかるくいーん”と同じ物である。

(ニ) 重り心地を良くすること。

乗り心地とは、船酔いしない、快適、爽快、安心感等の複合的なものであり、船酔いしないためには、ローリングの少ない船であること、および開放的で明るい居住空間が必要である。また、快適ということは、騒音・振動を低く抑え、かつ、適度の柔軟性を持つ、ゆったりとした椅子、そして視覚的にやすらぎを与える色彩のインテリア、そして高速艇特有の波にぶつかる衝撃の緩和である。

爽快感には、スピード感が大きな要素であり、実質的な高速力は勿論であるが、その他なるべく客の目線の位置を水面高さに近づけてやるのが大切である。安心感には、特に旋回時のオーバーヒールを抑え、かつ、横スベリを起こさせ、遠心力の働かないようにすることが、重要である。

(ホ) 科学技術博覧会にふさわしい斬新で未来的なデザインであること。

外観デザインについては、空力抵抗を考慮して、低いプロポーションと滑らかな曲線構成でまとめた結果、より飛行機に近くなった。そのプロフィールは、予科練海

軍航空隊ゆかりの地である霞ヶ浦にピッタリの物となった。

(へ) ウォータージェットの推進効率の向上を計り、高速力を確保すること。

昨年7月に「FRP船の特殊基準」が改訂され「とろびかる くいーん」より約3 ton もの船殻重量上昇となる。また、実績から、着岸時の完全停止が必要と判り、減速クラッチを設けたり、発電機容量を大きくしたりで、合計5 ton の重量上昇になった。それを、搭載主機の馬力を増加することなく、インターク・ダクトの吸入効率およびポンプの単独効率を上げることで、同じもしくは、それ以上の速力を得るようにした。

(ト) ウォータージェットの噴流の逆流を防止すること。

これには、出船尾部分を更に延長し、完全にWaterjetのノズルが隠れるようにした。

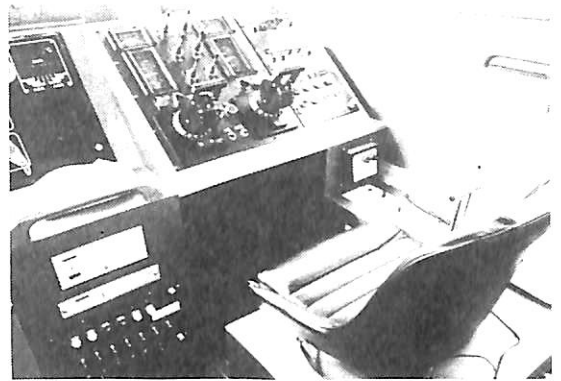
主要寸法は「とろびかる くいーん」をベースに考え、全長と全高を変更した。それは、半滑走艇として抵抗性能上有利なることはもちろん、その他、風圧側面積を極力小さくし、強風時の接岸が楽になるよう、全高さが20 cm 低くした。それはまた、表面積を抑え、重量上有利になることも狙った。そして旅客150人を出来るだけ多く客室内に収容出来るよう決定した。

長さは、速力に最も影響し、また重量との関係も大きく、航洋性、乗心地等にもかなり影響が大きいから、港湾状況がゆるす限り長く取り、26mとし、船尾のオーバーハングを2.0 m取り、全長を28.0 mとした。オーバーハングは前述した他、ウォータージェットの外部損傷からの保護、噴流および排気の巻き込み、排気音等を防ぐ目的で設けた。巾および深さは、本船の霞ヶ浦への回航の途中に、逆水門があり、その寸法を考慮した結果「とろびかる くいーん」と同一とした。

船型は、喫水が70 cm以下であること、波さばきが良いこと、保針性が良いこと、ウォータージェットの性能を充分引き出せることなどに、留意し決定した。

喫水を70 cm以下にするためチェーンを下げ、デッドライズアングルの小さい、コンベックス・セクションのモノヘドロンV型とし、トランソムVee角度5度の割合と、フラットな船型とした。その結果、船底衝撃からは不利になるので、船首部分でハイチェーンとして、波の当たり面の範囲を「とろびかる くいーん」より更に後方まで細く削り落とした。

船首Vを細く削り落とすと、バトックラインは立ってきて、波さばき上不利になり、また予備浮力が小さくなる。ウォータージェット推進の場合には、スラストラインが高くなり、どうしても船首突込みとなり、ブローチ



操舵席(右舷・操縦盤及び席)

ングを引き起こし易くなるので、その解決策として、船首でチェーン幅を絞らずに、そのままシャーラインまで立上げて、キールからチェーンまでの高さおよびセンターラインからチェーンまでの高さおよび幅を充分に取り、大きなコンケーブとすることで対処した。その結果、ブローチングの現象は全く起こさず、かつ、スラストラインが高いということから、波から飛び出しても、頭上げのピッチングモーメントは極くわずかであり、非常に船底衝撃の小さい艇となった。

船底をフラットにして、かつ、モノヘドロンとすることは、滑走性能の向上とセクションのねじれが無いから、ウォータージェットのインタークロスが少ない船型として有利になるが、保針性上は不利になる。そこで抵抗的にはマイナスであるが、水中側面積を後方にすることから、船尾に側面積の約7%程度のスケグを設けた。更に、重量増加および線図の変更を行なったので、1/20の模型によるタンクテストを行ない、抵抗、波さばき、トリムの状況の確認および最適重心前後位置を求め、「とろびかる くいーん」より重心を約80 cm後方に持って行くことにした。

3. 主要要目

本船の主要要目は、次の通りである。

全 長	28.0 m
水 線 長	23.7 m
型 幅	5.0 m
喫 水 (完成常備状態)	0.642 m
排水量 (")	39.204 t
総 トン 数	52.0 T
速 力 (試運転最大)	32.5 kn
(巡 航)	27 kn
定 員	船 員 4名

	旅客	150名
	合計	154名
主機関	GM 12 V 92 TI 高速ディーゼル機関	
	700 PS / 2170 rpm	2基
推進装置	KaMeWa ウォータージェットDS62/6型	
		2基
FOT容量		3,000 ℓ
資格	J G 平水	旅客船
船型	モノヘドロンV型	
船質	FRP	

4. 船体部

4・1 一般配置図

本船の一般配置は、図1の通りである。平面図で見ると、シアラインは直線で船首まで平行とし、接岸時にピッタリ岸壁に着けられ、旅客の乗り降りをスムーズに行えるようにした。また、チェーン巾を絞らず、船首まで客席を充分取れるようにした。

上甲板下を4枚の水密隔壁および部分隔壁により、船首より船首倉庫、前部甲板下倉庫、中央甲板下倉庫および機関室の4区画とした。各タンク類、冷房機等は全て甲板下に設けた。

上甲板上および床下には、船首から定員35名のサロン、定員60名の客室、後部甲板上に12名分の椅子と43名分の立席スペースを設けた。

客席は、操縦席からの視界の関係からサロンを1段落し、仕切り壁を設け、その他はワン・フロアとした。高い天井と窓を広く取り、そして背当てを低く抑えた椅子の相乗効果で開放的で明るく、かつ実際の容積よりも広く感じる居住空間を与えた。この結果、従来よりもずっと船酔いするお客が減ったとのことであった。このことは、開発の主眼にも掲げたことであり、旅客船にとってはかなり重要であり、どんなに性能の良い船であっても、船酔いをしている人にとっては最悪で、一時も早く陸に上がりたいとか、このために乗船を敬遠されるからである。

次に配置上、注意をしたのは窓の高さであった。座って直下に海面が見られるように、また筑波山や霞ヶ浦の周辺の景色が充分見えて堪能できるよう、床面から窓下面までの高さを椅子の肘掛けまでとし、そこから上方1.0メートルまでを窓開口とした。窓の面積が大きくなり、かつ、一部天井まで掛かるので、直射日光および冷房の能力が余計に必要となるが、窓をスカイブルーの熱線吸収として解決した。前作の“とろびかる くいーん”は、ハーフミラー・フィルムを貼って非常に迫力のあるハイ



トイレ及び洗面所

テックな感じの仕上がりとなったが、“かすみ”は、スカイブルーの窓が並び、非常にシックな仕上がりとなった。

次に、サロンと客席の間に2つのトイレと洗面所を設け、客席から出入りが直接見えないよう、客室床下に半埋め込み式に設け、その上部を操舵室とした。トイレの前方には倉庫を設け、荷物室とした。

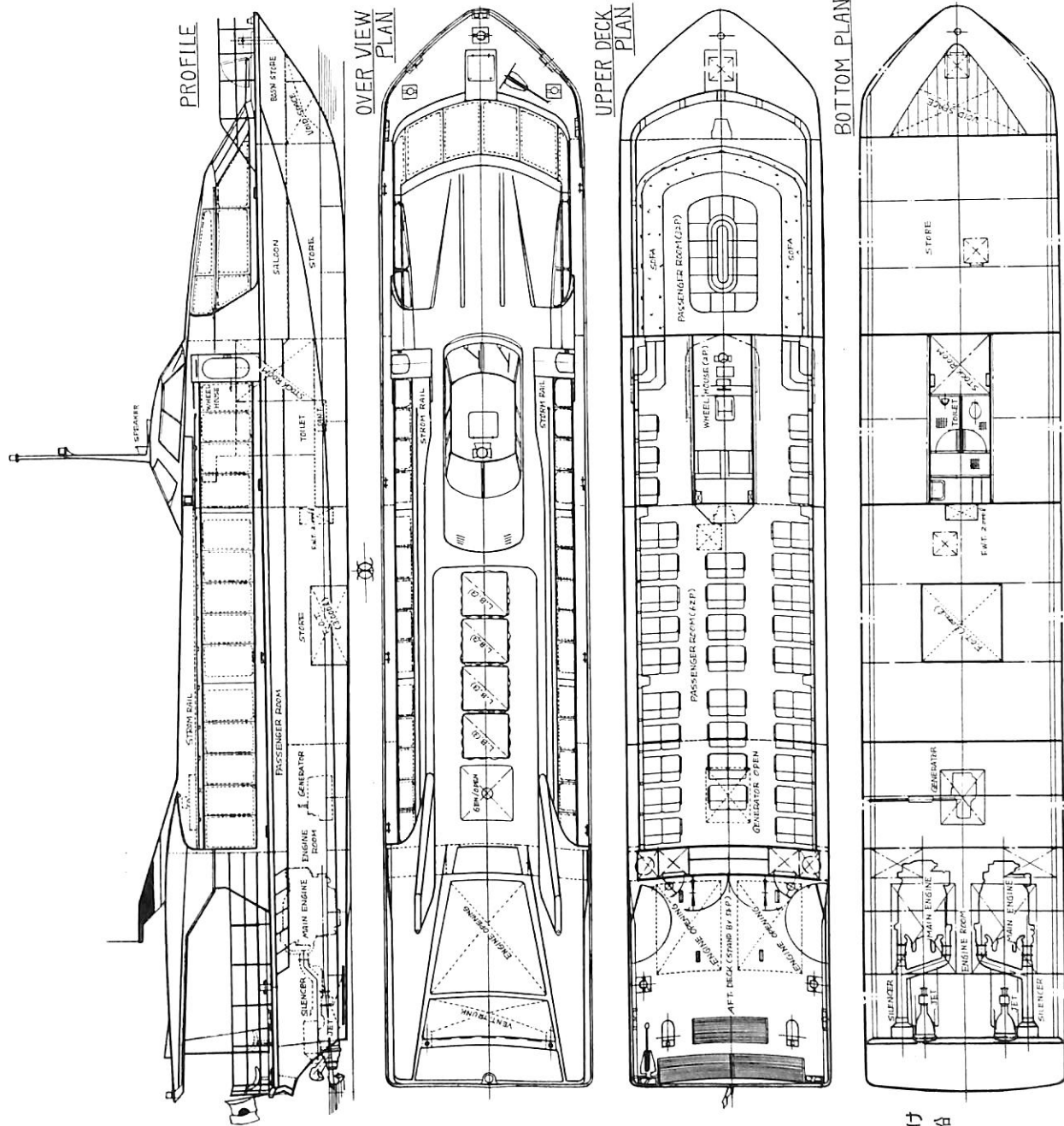
甲板上は、風圧によるリーウエイを少しでも小さくするために、風圧面積をできるだけ小さく、全体に低いプロポーションにまとめた。さらにスマートな仕上がりとするために、ハッチ、通風筒、空気抜管等の甲板上突起物は、全てビルト・インした。機関室の吸気口は、ラム効果を最大限利用するように、オーニングと上構の間に左右舷各々に設け、まるでジェット機の吸入口を思わせるような形状とした。また、排気口は煙突効果を持たせると同時に、高速船特有の、トランソムでの空気巻き込みによる逆流を防ぐために、オーニングの一部分にトランクを設け、オーニング・ピラー内をダクトに使いオーニング上に排出するようにした。

4・2 船殻構造

船殻構造については、計画の高速力を実現するために、可能な限り重量軽減に努めることに主眼を置き「FRPの特殊基準」に準拠し設計を行なった。

全体を縦肋骨方式とし、セミモノコック構造を採った。また多くの部分を、カンタ・コア、PVCもしくは合板を芯材とするサンドイッチ構造とすることによって軽量化に努めた。

船底外板は、FRP単板で約10ミリとして、各舷3条のウレタンを芯材とする、約4ミリのハット型縦通材を設けた。



震ヶ浦ジェットライン(株)向け
 ウォータージェット高速旅客船
 "スーパージェットかすみ"
 一般配置図
 ヤマハ発動機・蒲郡工場建造

船側部は1/2インチのカンタ・コアを芯材とし、FRPのサンドイッチ構造とした。また、各舷1条のFRP製ハット型の船縦側通材を配置した。

部分隔壁および隔壁を約2メートル間隔で設けた。重量上のロス無くすために、部材配置を最も効率良く配置し、その上で船内配置を決定した。隔壁および部分隔壁は、ラワン合板を芯材とするサンドイッチ構造とした。

上部構造および客室床は、15ミリのPVCを芯材とし、甲板は、1/2インチのカンタ・コアを芯材とするサンドイッチ構造とした。上部構造は卵型断面とし、展開面積を小さくするとともに、形状剛性を持たせた。更に、縦強度部材を単独で入れるのはもったいないので、天井に2本の角を設け、かつ、その中を冷房ダクトが通るようにした。

フレームはスパン80cm毎にウレタン芯材のハット型を設け、曲げ座屈に対処した。ネジレおよび剪断に対しては操縦席前後の仕切り壁と、客席に2本のメイン・フレームを設けた。メイン・フレームは、FRPハット型とした。その中を冷房ダクトとして床下のユニットから、天井まで導いた。サンドイッチ芯材の接着については、「とろびかる くいーん」と同様に、バキューム接着法を採った。

このような構造方式として、排水量・長さ比 (ton/ft) で48という超軽量構造としたが「FRPの特殊基準」のサンドイッチ構造の規定の変更により「とろびかる くいーん」より約3tonの重量増加になったのは、残念であった。(第1表完成重量表参照)

4・3 船体機装

諸室の内部機装は、重量増加にならず、かつ外観の未来的なイメージを損なわないハイセンスなものとなることに留意してまとめた。「とろびかる くいーん」の飛行機感覚の軽快さを大切にしつつ、随所にチークの木工細工品を使い、高級感を持たせた。他には特に、通風、冷房、防音、振動および防熱に注意を払った。

サロンは、ラウンジ型のソファを設け、下部を救命胴衣格納場所とした。前面のダッシュボードには、コンパクトディスク用のスピーカーを設け、後壁には、コンパクトディスク本体、冷房の吹き出し、吸入口およびテレビ等を埋め込んだ。テレビは、操舵室から操作することによって、一般放送およびVTRが見られるようにした。

内装仕上げは、天井はグレーのファブリック張りに、縦方向に押え縁としてユーラシアンチークを使用した。周壁、ダッシュボードは、ダイノックフィルム張り、床は絨織を敷いた。ソファは、周囲がブルー、センターをグレーとした。センターのソファの中央には、2本

第1表 完成重量表 (単位: ton)

項目	状態	状態			備考
		完備	成状態	完備	
船	殻	13.727	13.727	13.727	
機	装	3.235	3.235	3.235	
固 定 齊 備		0.130	0.130	0.130	
航 海		0.076	0.076	0.076	
電 気		1.906	1.906	1.906	
無 線		0.045	0.045	0.045	
機 関		9.022	9.022	9.022	
機関内の水及び油		0.510	0.510	0	
	備 品	0.495	0.495	0.495	
般 齊 備	乗員及び所持品	7.320	10.820	0	乗務員 0.080ton
	清 水	0.133	0.200	0	旅 客 0.070ton
燃 料	燃 料	1.107	1.660	0	
	潤 滑 油				
不 明 重 量		1.498	1.498	1.498	
合 計		39.204	43.324	30.134	

のチーク製ビラーを設けた。シックで豪華な感じに仕上げた。

中央および後部客室は、2人用で1脚15kg、1人用で1脚7kgの特製の椅子を設けた。サロンとの間の壁際に、船内放送および操舵室との通信用のインターホンを設け、営業運航中には、これによりマリンガールが御客様に数々の案内を出来るようにした。中央の洗面所後壁に、テレビを設けた。内装仕上げは、床材は、霞ヶ浦の帆曳き船と土浦市のしだれ桜および水郷潮来町のあやめをデザインし、シルク印刷した本船だけのメイフロアを貼った。

窓枠および腰板は、カイダックの真空成型品を組付け、腰板には各々バンフレットを入れるためのポケットを設けた。また、腰板の天板には、チークの無垢板を設けた。天井は、サロンと同材のブルーのファブリックで仕上げ、やはりユーラシアンチークの目地を入れた。天井と窓の境には、FRP製のダクトと、カイダックの照明隠しを設け、冷房吹き出しおよび照明を組み込み、間接照明とした。

操舵室および洗面所の客室側周壁はFRPで作業しチークの目地を入れた。色彩は、天井をブルー、周壁、窓枠および腰板をライト・アイボリー、床は金地で紺の模様、

椅子は、センターがグレー、サイドがブルーとし、清潔感に木の暖かみを入れた、シックで若々しい仕上げとした。

洗面所には、鏡および陶器製の手洗いを設け、横壁には、飾棚を設けた。周壁はアイボリーのダイノック貼りとし、床はPタイル貼りとした。トイレも同様の仕上げとし、汚水タンク槽を極力小さくするために、省エネ型の泡式便器を設けた。

操舵室は、周壁をブロンズのダイノック貼りとし、床は黒のPタイル、天井はFRPに紫のゲルコート仕上げとした。操縦テーブルも、周壁と同じダイノック・フィルムで仕上げ、右舷側に操縦盤、左舷側に主機監視盤を設け、上面には磁気羅針儀、スイッチ盤、後方および客室内のモニター・テレビ、VTR、レーダー、船内外放送装置、自動車電話を設け、船長1人で全てを操作できるように配置した。

特に操縦は、1つのダイヤルで、転舵、前後進および主機回転数の増減のコントロールが全て出来るようになっており、まるで飛行機のコックピットのようなものであり、まるで飛行機の操縦盤のようである。また冷房吹き出し口をフロント・ガラスの下に設け、デフロスターとしても使えるようにした。後方には、3名の椅子とロッカーおよび海図台を設けた。

(1) 冷房装置

冷房能力は、40,000 kcalで、3台のコンプレッサーを直接補機よりベルトを介して駆動する方式とした。クーリング・ユニットは前部、中部、後部の3組とし、床下に設置し、ダクトによって各々の吹き出し口に導いた。

(2) 通風装置

客室、洗面所、トイレおよび機関室には、機動通風および自然通風を設けた。通風筒は、一切外観から判らないようにビルトインした。

第2表 電路系統

系統	電 源	負 荷
220V	本船装備の発電機 3相交流 60 Hz	船内動力(機動通風)
100V	本船装備の変圧器 単相交流 60 Hz	船内小動力、照明拡声装置 テレビ、CD
24V	本船装備の蓄電池 DC 24V	船内照明、操照灯、動力主 機関始動、冷房
	主機附属充電発電機 AC-DC 24V	蓄電池充電

5. 機関部

5.1 機関室配置

ウォータージェットであることから主機が後方になり、重心が後方寄りになる。したがって、それを修正し最適な位置になるように、補機発電機、冷房ユニット、バッテリー、配電盤等を機関室前端壁寄りに配置した。ウォータージェットの軸は、ベースラインと平行で、主機とはギヤー・カップリングを介してダイレクトに結んだ。

主配電盤は、AC-DCを一体とし右舷側に配置した。排気消音器はFRP製のバーネットン・マフラーを使い、主機からトランソムまでの距離が短いので、トランソムに直接FRP接着を行なった。前端隔壁、船側、天井を全てサンドイッチ構造とし、防振、防音、防熱に配慮し効果を上げた。

6. 電気部

6.1 電路系統

本船の電源は、10kVA交流発電機1台およびDC24V蓄電池2群によりまかなうものとした。本船は夜間航海を行なわないので、電力は小規模である。電路系統は、第2表の通りである。

6.2 電源装置

本船の電源装置は、一次電源装置は交流発電機、主機付充電発電機および主配電盤よりなる。二次電源装置は変圧器および蓄電池よりなる。

6.3 照明装置

照明装置は、AC 100V単相60HZおよびDC 24Vとし、サロンは、天井灯、中部および後部客室は、間接照明とし、それぞれ蛍光灯とした。

7. 試運転成績

海上公試運転は、昭和60年1月24日、25日、2月1日および3日に実施した。試運転は、三河湾および伊勢湾に於いて行なった。試運転成績は、第3表に示す。また、速力～回転数は第2図に示す。速力の結果は、全力で、32.5 knで、燃費および排気温度から見て負荷の状態も良く、満足すべきものであった。

連続定格出力では29.1 knであり、その後、定員100名乗船の常備状態に於いて、オーナー・トライアルを実施したが、推定通り、全力で29.2 kn、定格では27 knを記録した。排水量の変化は、5.6 tonの増加であり、排気温度および燃料消費量はほとんど変化せず、理論通りウォータージェットの場合、負荷の変動が無いことを確認した。

表3 「スーパージェットかすみ」 試運転成績

状態	試運転種類	公式試運転	オーナー・トライアル(常備)				
	施行年月日 施行場所 標柱間距離 天候 風況 流速 前部喫水(m) 後部喫水(m) トリム(m) 排水量(t)	昭和60年1月25日 三河湾 1,852 m — — — 0.288 m 0.844 m 0.556 m 32.586 t	昭和60年2月3日 三河湾 1,852 m — — — — — — —				
速力試験	負荷	主機回転数	速度	実際馬力	主機回転数	速度	実際馬力
	1/4	1370	12.0	375			
	1/2	1720	19.0	752			
	3/4	1970	23.9	1112			
	4/4	2170	29.1	1503			
	11/10 top	2230 2300	31.2 32.5	1670 1721			
旋回力試験	舵種類及び数	水流方向変換式 2 台					
	速度	kn	29.1				
	項目	右旋回	左旋回				
	舵角	30°	30°				
	最大縦距(DA)	42 m	42 m				
	最大横距(DT)	42 m	42 m				
	DA /LWL	1.75	1.75				
	DT /LWL	1.75	1.75				
	回頭所用時間	31.41 秒	32.55 秒				
	最大傾斜角を 生じた頭角	13.12 度	13.35 度				
		135 度	140 度				
前後進 発停試験	速度	kn	29.1				
	項目	前進中後進発令より 後進速度整定迄	後進中前進発令より 前進速度整定迄				
	発令より船体停止迄の時間	秒	20.28	11.6			
	同上航走距離	m	112.5	25.0			
	発令より後進(前進)速度整定迄	秒	37.81	47.50			
力試験	試験種類	前進中停止発令より 船速 2 kn 迄	停止より前進常用 速度整定迄				
	速度	kn	29.1	—			
	発令より船速が 2 kn 迄低下に 要した時間	秒	30.8	—			
	同上距離	m	約 90	—			
	船体停止より常用 回転数整定まで に要した時間	秒	—	42.0			
同上距離	m	約 460					

また、波さばき、保針性およびブローチングの問題については、連続10時間航走および、その後の回航で、波高5m、波長約50mの斜め追い波の春一番の吹き荒れる、野島崎沖でも確認されたが全く良好であり、特に追い波での耐衝撃性には優れており、操舵室の上を通りすぎるほどの青波を受けたが、衝撃を全く感じずバウの浮き上がりも、す早く安全性の高いことを確認した。

その他、特に優れているのは、加速性能と停止惰力、そして旋回性能であった。加速性能では、約460m、42秒で30knまで達する。トリム変化を第2図で見て判る通り、ほとんどハンプは無く、非常にスムーズにブレーニングに入る。停止惰力は、約90m、31秒で船体を停止することが出来る。また、旋回はきれいに内傾斜し、その応答性の良さは全く船の大きさを感ぜさせず、モーターボートのようなものである。旋回中の速力変化、回転数の変動はほとんど無い。適度の横スベリを持った釣り合い旋回である。

他に、振動はプロペラ船のように船底を水流がたたくことが無いので非常に少なかった。

速力の試運転解析の結果を第3図ウオータージェットの要目を第4表に示す。ウオータージェットのシステム

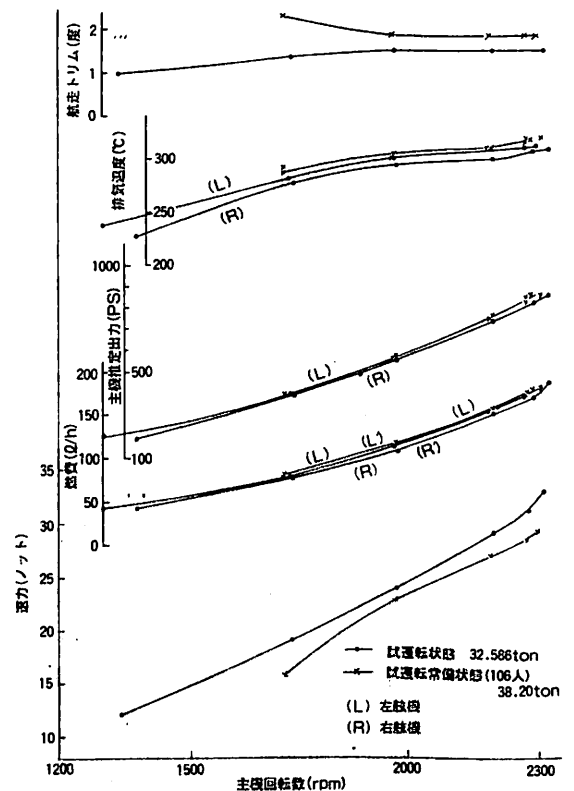


図2 速力～回転数

表4 ウォータージェット要目

型 式	KaMeWa Water Jet 40 S 62 / 6
ポンプ型式	斜流ポンプ
インペラー直径	550 φ
ノズル直径	250 φ
ブレード数	1段インペラ, 6枚
連続最大出力	700 PS
ポンプ回転数	1382 rpm
推力減少係数	約3%
総重量	430 kg

表5 ウォータージェット推進の長所及び短所

長	(イ) 船底突起物が船底になく、付加物抵抗が少ない。 (ロ) 浅瀬や網など障害物のある水面でも安全に航行することが出来る。 (ハ) 船の速度と無関係にジェットの全力運転を行い、旋回、緊急停止などが出来るので、操船性が良い。
所	(ニ) 振動が少ない。 (ホ) スラストラインが高くなるので、船型的に配慮すれば、船底衝撃の少ない船が出来る。 (ヘ) 排水量の増加および波浪による負荷変動が、直接主機の負担とならないので、主機の耐久性上有利。 (ト) 主機を後方に設置出来るので、船内有効スペースが大きく取れる。
短	(イ) 推進効率が低い。 (ロ) 保針性が悪い。 (ハ) コストが高い。 (ニ) ゴミ等海面浮遊物に弱い。

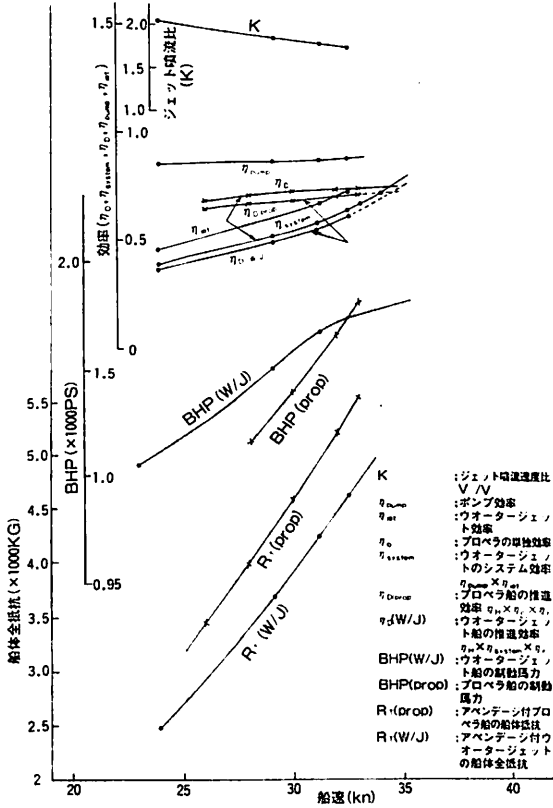


図3 試運転解析結果

効率は、59.1%であった。これは、従来のジェットが約48%なのに比較すると、かなり高く、スクリュー・プロペラの場合と較べると、推進効率は約9%低い。付加物抵抗が増加するので、所用の馬力は、ほぼ同じになった。但し、4/4出力時の29.1 knでは、49%と急激に悪くなる。その原因は、吸入効率の問題であり、ウォータージェットのメリットが出て来るのは、32.5 kn以上の場合と考えられる。

8. あとがき

以上、本船の概要を紹介した。海上運転では、非常に満足の行く成績が得られた。特に、スクリュープロペラに互し得る結果を得たということは、今後、ウォータージェット船の開発を更に高めて行く意欲付けになった。更に、推進効率の向上とコストを安くする努力を行えば、船の高速化の傾向に伴って、第5表に述べるその長所の必要性から発展が予想される。

本船は、2月18日蒲郡港を出航し、2月21日、無事土浦港へ入港した。前述したように、途中かなりきつい時化の中を走り、その復原性、耐波性の優秀なることを確

認した。3月17日より、営業運航を開始し、かなり良い評価を得ている。

EXPO'85にふさわしい、斬新な外観および内装を持つての船は、ウォータージェットを始めとし、その他、かなり新しい試みを盛り込み、短期間の開発期間の中で完成することが出来たのは、諸管庁、富永物産およびエイ・ジョンソン(株)を始め、全ての本船に係わりのある人々の強力なご支援があったからであり、本誌面を借りて御礼申し上げる。

●船の科学刊行の本●

『船舶写真集』 船の科学編集部編 B5判 上製

1952年版	掲載船 232隻	写真頁 96頁	定価 1000円
1968年版	掲載船 356隻	写真頁 194頁	定価 2500円
1976年版	掲載船 353隻	写真頁 229頁	定価 3500円
1978年版	掲載船 252隻	写真頁 159頁	定価 3000円
1980年版	掲載船 246隻	写真頁 147頁	定価 3500円

(※ 甲 当社負担。ご注文は当社に直接お願いします。)

●規則を読む

有害液体物質を運送する自航船に対する安全規則

— USCG 46 CFR 153 —

<その2>

編集 部

本誌1984年8月、10月及び11月号で紹介したUSCGのケミカルタンカーに対する規則のうち、USCGの特別要件の紹介に止まっていた標記46CFR153部の訳を4月号から掲載し始めた。あと3,4回続く予定である。

なお、この規則は35編及び150編の規則と共に§ 153.905の規定により米国領海に入るケミカルタンカーに備えるよう義務付けられており、関係者必読のものである。

46CFR153は、IMO BCHコードをUSCG規則として取り込むと共にUSCGの特別要件も加えたものであり、要件の項目も細分化されているが、詳細な目次については4月号を参照のこと。また、船の科学別冊で、技術要件の全体を紹介している。

(前々号よりのつづき)

§ 153.12 米国籍船に対するIMO証書

(a) 海事検査を担当するUSCG係官は、次の条件に適合する場合、米国籍船に対しIMO証書を発行する。

- (1) タンク船の船主または代理人が当該タンク船にIMO証書を希望する。
- (2) 当該タンク船がIMOケミカルコードの勧告に適合する。
- (3) 当該タンク船が本編の要件に適合する。

(b) IMO証書は、当該タンク船の検査証書が失効した日に失効する。

表1の注及び説明

〔表1の注〕

詳細は下記の各節を参照のこと：

- 1) 貨物は150編支編A—貨物の適合性に従って積付けること。
- 2) 153.230 - 153.232
- 3) 153.350 - 153.351
- 4) 153.355
- 5) 153.400 - 153.406
- 6) 153.460
- 7) 本章の支章J
- 8) ドライケミカルによってはニトロプロパンと反応して火災を悪化させることがあるので、ニトロプロパンにドライケミカル消火装置を使用してはならない。
- 9) 153.530 (q)
- 10) I-B電気危険クラス分けは暴露甲板上の配置には適用しない。
- 11) この脚注が適用されるケミカルを含む解放場所の火災には水が適するが、有害ガス発生危険があるのでこれらのケミカルを格納する閉鎖タンクに水を入れるのは認められない。
- 12) 発効日：1982年7月16日より後で1984年7月16日以前の最初の入渠検査時。

表1 最低要件一覧表(1) (表1の注及び説明を参照のこと。)

貨物名 ¹⁾	貨物格納システム ²⁾	ベント高さ ³⁾	ベント ⁴⁾	計測 ⁵⁾	防火装置 ⁶⁾	特別要件	電氣的危険度クラス及びグループ ⁷⁾
Acetic acid.....	III.....	4m.....	PV.....	Restr.....	A.....	.238(a), .527, .554.....	I-D.
Acetic anhydride.....	II.....	4m.....	PV.....	Restr.....	A.....	.238(a), .526, .527, .554.....	I-D.
Acetone cyanohydrin.....	II.....	B/3.....	PV.....	Closed.....	A.....	.238(a), .316, .336, .408, .525, .526, .527, .912(a)(2), .933, .1002, .1004, .1020, .1035.....	NA.
Acetonitrile.....	II.....	B/3.....	PV.....	Restr.....	A.....	.525, .526, .1020.....	I-D.
Acrylic acid.....	III.....	4m.....	PV.....	Restr.....	A.....	.238(a), .526, .912(a)(1), .1002(a), .1004.....	I-D.

表1 最低要件一覧表(2)

貨物名 ¹⁾	貨物格納システム ²⁾	ベント高さ ³⁾	ベント ⁴⁾	計測 ⁵⁾	防火装置 ⁶⁾	特別要件	電氣的危険度クラス及びグループ ⁷⁾
Acrylonitrile	II	B/3	PV	Closed	A	.236 (a), (c), (d), .316, .408, .525, .526, .527, .912(a)(1), .1004, .1020.	I-D.
Adiponitrile	III	4m	PV	Restr	A	.526	NA.
Alkyl benzene sulfonic acid.	III	NR	Open	Open	B	None	NA.
Allyl alcohol	II	B/3	PV	Closed	A	.316, .408, .525, .526, .527, .933, .1020.	I-C.
Allyl chloride	II	B/3	PV	Closed	A	.316, .408, .525, .526, .527, .1020.	I-D.
Aminoethylethanolamine	III	NR	Open	Open	A	.236 (a), (b), (c), (g)	NA.
Ammonium hydroxide (28 pct or less NH ₃).	III	4m	PV	Restr	C	.236 (b), (c), (f), .526, .527	I-D.
Aniline	II	B/3	PV	Closed	A	.316, .408, .525, .526, .933, .1020.	NA.
Benzene	III	B/3	PV	Restr	B	.316, .526, .1060	I-D.
Benzyl chloride	II	B/3	PV	Closed	B	.316, .408, .525, .526, .527, .912(a)(2), .1004, .1020.	NA.
(iso-, n-) Butyl acrylate	II	4m	PV	Restr	A	.526, .912(a)(1), .1002 (a), (b), .1004.	I-D.
(iso-, n-, sec-, tert-) Butylamine.	II	B/3	PV	Closed	A	.236 (b), (c), .316, .408, .525, .526, .527, .1020.	I-D ¹² .
(n-) Butyl ether	III	B/3	PV	Closed	A	.500, .525, .526, .1020	I-C ¹² .
Butyl methacrylate	III	4m	PV	Restr	B	.526, .912(a)(1), .1002 (a), (b), .1004.	I-D ¹² .
Butyl methacrylate, decyl methacrylate, cetyl eicosyl methacrylate mixture.	III	4m	PV	Restr	A, C, D	.912(a)(1), .1002 (a), (b), .1004	I-D.
(iso-, n-, crude) Butyraldehyde.	III	4m	PV	Open	A	.526	I-C.
Camphor oil	III	4m	PV	Open	B	None	I-D.
Carbolic oil	II	B/3	PV	Closed	A	.408, .525, .526, .933, .1020	NA.
Carbon disulfide	II	B/3	PV	Closed	C	.236(c), .252, .408, .500, .515, .520, .525, .526, .527, .1020, .1040.	I-A.
Carbon tetrachloride	III	B/3	PV	Closed	NSR	.316, .409, .525, .526, .527, .1020.	NA.
Cashew nut shell oil (untreated).	III	4m	PV	Restr	B	.526, .933	NA.
Caustic potash solution	III	NR	Open	Open	NSR	.236 (a), (c), (g), .933	NA.
Caustic soda solution	III	NR	Open	Open	NSR	.236 (a), (c), (g), .933	NA.
(mono-) Chlorobenzene	III	4m	PV	Restr	B	.526	I-D.
Chloroform	III	B/3	PV	Restr	NSR	.525, .526, .527, .1020	NA.
(crude) Chlorohydrins	II	B/3	PV	Closed	A	.408, .525, .526, .1020	I-D.
2- or 3-Chloropropionic acid.	III	NR	Open	Open	A	.238(a), .554	NA.
Chloroprene	II	B/3	PV	Closed	B	.316, .525, .526, .527, .912(a)(1), .1002(a), (b), .1004, .1020.	I-D ¹² .
Chlorosulfonic acid	I	B/3	PV	Closed	NSR	.408, .525, .526, .527, .554, .555, .602, .933, .1000, .1020, .1045.	I-B ¹⁰ .
Coal tar naphtha	III	4m	PV	Restr	A	.526	I-D.
Creosote	III	NR	Open	Open	B	.409	NA.
Cresols	III	NR	Open	Open	B	None	NA.
Crotonaldehyde	II	B/3	PV	Restr	A	.316, .525, .526, .527, .1020	I-C.
Cyclohexanone	III	4m	PV	Restr	A	.236 (a), (b), .526	I-D.
Cyclohexylamine	III	4m	PV	Restr	A	.236 (a), (b), (c), (g), .526	I-D ¹² .
(iso-, n-) Decyl acrylate	III	NR	Open	Open	A, C	.236 (b), (c), .912(a)(1), .1002 (a), (b), .1004.	NA.
Dibutylamine	III	4m	PV	Restr	B	.236 (b), (c), .526	I-C ¹² .
Dichlorobenzene	III	4m	PV	Restr	B	.236 (a), (b), .526	NA.
1,1-Dichloroethane	III	4m	PV	Restr	B	.526, .527	I-D ¹² .
2,2'-Dichloroethyl ether	II	4m	PV	Restr	A	.236 (a), (b), .526	I-D.

表1 最低要件一覧表(3)

貨物名 ¹⁾	貨物格納システム ²⁾	ベント高さ ³⁾	ベント ⁴⁾	計測 ⁵⁾	防火装置 ⁶⁾	特別要件	電気的危険度クラス及びグループ ⁷⁾
Dichloromethane.....	III.....	4m.....	PV.....	Restr.....	NSR.....	.526.....	NA.
1,1-, 1,2-, or 1,3-Dichloropropane.....	II.....	B/3.....	PV.....	Restr.....	B.....	.525, .526, .1020.....	I-D.
1,3-Dichloropropene.....	II.....	B/3.....	PV.....	Closed.....	B.....	.316, .336, .408, .525, .526, .527, .1020.....	I-D.
Diethanolamine.....	III.....	NR.....	Open.....	Open.....	A.....	.236 (b), (c).....	NA.
Diethylamine.....	III.....	B/3.....	PV.....	Restr.....	A.....	.236 (a), (b), (c), (g), .525, .526, .527, .1020.....	I-C.
Diethylenetriamine.....	III.....	NR.....	Open.....	Open.....	A.....	.236 (b), (c).....	NA.
Diethylethanolamine.....	III.....	4m.....	PV.....	Restr.....	A.....	.236 (a), (b), (c), (g), .526.....	I-C ¹² .
Diisobutylamine.....	II.....	4m.....	PV.....	Restr.....	B, D.....	.236 (a), (b), (c), (g), .409, .525 (a), (c), (d), (e), .526, .1020.....	I-C.
Diisopropanolamine.....	III.....	NR.....	Open.....	Open.....	A.....	.236 (b), (c).....	NA.
Diisopropylamine.....	II.....	B/3.....	PV.....	Closed.....	A.....	.236 (b), (c), .408, .525, .526, .527, .1020.....	I-C.
Dimethylamine (40 pct or less).....	III.....	B/3.....	PV.....	Restr.....	A, C.....	.236 (a), (b), (c), (d), .525, .526, .527, .1020.....	I-C.
Dimethylethanolamine.....	III.....	4m.....	PV.....	Restr.....	A.....	.236 (b), (c), .526.....	I-C ¹² .
Dimethylformamide.....	III.....	4m.....	PV.....	Restr.....	A.....	.236(b), .526.....	I-D ¹² .
Diphenyl methane diisocyanate ¹¹	II.....	B/3.....	PV.....	Closed.....	C, D.....	.236 (a), (b), .316, .409, .500, .501, .525, .526, .602, .1000, .1020.....	NA.
1,4-Dioxane.....	II.....	B/3.....	PV.....	Closed.....	A.....	.408, .525, .526, .1020.....	I-C.
Dodecyl diphenyl oxide disulfonate solution.....	III.....	NR.....	Open.....	Open.....	NSR.....	None.....	NA.
Epichlorohydrin.....	II.....	B/3.....	PV.....	Closed.....	A.....	.316, .408, .525, .526, .527, .1020.....	I-C.
Ethanolamine.....	III.....	NR.....	Open.....	Open.....	A.....	.236 (b), (c), .526.....	NA.
Ethyl acrylate.....	II.....	4m.....	PV.....	Restr.....	A.....	.526, .527, .912(a)(1), .1002 (a), (b), .1004.....	I-D.
Ethylene chlorohydrin.....	II.....	B/3.....	PV.....	Closed.....	A, C.....	.316, .408, .525, .526, .527, .933, .1020.....	I-D ¹² .
Ethylene cyanohydrin.....	III.....	NR.....	Open.....	Open.....	A.....	None.....	NA.
Ethylenediamine.....	II.....	4m.....	PV.....	Restr.....	A.....	.236 (b), (c), .526.....	I-D.
Ethylene dibromide.....	II.....	B/3.....	PV.....	Closed.....	NSR.....	.408, .525, .526, .527, .1020.....	NA.
Ethylene dichloride.....	II.....	4m.....	PV.....	Restr.....	B.....	.408, .526.....	I-D.
Ethyl ether.....	II.....	4m.....	PV.....	Closed.....	A.....	.236(g), .252, .408, .440, .500, .515, .526, .527.....	I-C.
2-Ethylhexyl acrylate.....	III.....	NR.....	Open.....	Open.....	A.....	.912(a)(1), .1002 (a), (b), .1004.....	NA.
2-Ethylhexylamine.....	II.....	B/3.....	PV.....	Restr.....	A.....	.236 (b), (c), .525, .526, .1020.....	I-C.
Ethyl methacrylate.....	III.....	4m.....	PV.....	Restr.....	B.....	.526, .912(a)(1), .1002 (a), (b), .1004.....	I-D ¹² .
2-Ethyl-3-propyl acrolein.....	III.....	4m.....	PV.....	Restr.....	A.....	.526.....	I-C ¹² .
Formaldehyde solution (37 to 50 pct).....	III.....	4m.....	PV.....	Restr.....	A.....	.526, .527.....	I-C.
Formic acid.....	III.....	4m.....	PV.....	Restr.....	A.....	.238 (b), (c), .526, .527, .554.....	I-D ¹² .
Furfural.....	III.....	4m.....	PV.....	Restr.....	A.....	.526.....	I-C ¹² .
Hexamethyleneimine.....	II.....	4m.....	PV.....	Restr.....	A, C.....	.236 (a), (b), (c), (g), .526.....	I-C.
Hydrochloric acid.....	III.....	4m.....	PV.....	Restr.....	NSR.....	.252, .526, .527, .554, .557, .933, .1045, .1052.....	I-B ¹⁰ .
2-Hydroxyethyl acrylate.....	II.....	B/3.....	PV.....	Closed.....	A.....	.408, .525, .526, .912(a)(1), .933, .1002 (a), (b), .1004, .1020.....	NA.
Isoprene.....	III.....	4m.....	PV.....	Restr.....	B.....	.440, .912(a)(1), .1002 (a), (b), .1004.....	I-D ¹² .
Isophorone diamine.....	III.....	4m.....	PV.....	Restr.....	A.....	.236 (b), (c), .526.....	NA.
Isophorone diisocyanate ¹¹	III.....	B/3.....	PV.....	Closed.....	C, D.....	.236 (a), (b), .316, .409, .500, .501, .602, .1000, .1020.....	NA.
Mesityl oxide.....	III.....	4m.....	PV.....	Restr.....	A.....	.409, .526.....	I-D.
Methyl acrylate.....	II.....	4m.....	PV.....	Restr.....	B.....	.526, .527, .912(a)(1), .1002 (a), (b), .1004.....	I-D.
Methacrylic acid.....	III.....	4m.....	PV.....	Restr.....	A.....	.238(a), .526, .912(a)(1), .1002(a), .1004.....	NA.
2-Methyl-5-ethyl pyridine.....	III.....	NR.....	Open.....	Open.....	A.....	.236(b).....	NA.

表1 最低要件一覧表(4)

貨物名 ¹⁾	貨物格納シテム ²⁾	ベント高さ ³⁾	ベント ⁴⁾	計測 ⁵⁾	防火装置 ⁶⁾	特別要件	電気的危険度クラス及びグループ ⁷⁾
Methyl formate	II	B/3	PV	Restr	A	.408, .440, .525, .526, .527, .1020.	I-D.
Methyl methacrylate	II	4m	PV	Restr	B	.526, .912(a)(1), .1002 (a), (b), .1004.	I-D.
alpha-Methyl styrene	III	4m	PV	Restr	B	.526, .912(a)(1), .1002 (a), (b), .1004.	I-D ¹² .
Morpholine	III	4m	PV	Restr	A	.236 (b), (c)	I-C.
Motor fuel anti-knock compounds (containing lead alkyls).	II	B/3	PV	Closed	B, C	.252, .336, .408, .525, .526, .527, .933, .1020, .1025.	I-D ¹² .
Naphthalene (liquid)	III	4m	PV	Restr	B, C	None	NA.
Nitric acid (70 pct or less)	II	4m	PV	Restr	NSR	.408, .526, .527, .554, .555, .559, .933, .1045.	I-B ¹⁰ .
(mono-) Nitrobenzene	II	B/3	PV	Closed	B, C	.316, .336, .408, .525, .933, .1020.	NA.
(o-) Nitrophenol	II	B/3	PV	Closed	A, C, D	.409, .440, .525, .526, .1020	NA.
1- or 2-Nitropropane ⁸⁾	III	4m	PV	Restr	A ⁸⁾	.526	I-C.
(o-, p-) Nitrotoluene	II	B/3	PV	Closed	B	.316, .408, .525, .526, .1020	NA.
Oleum	II	B/3	PV	Closed	NSR	.316, .408, .526, .527, .554, .555, .556, .602, .933, .1000, .1045, .1052.	I-B ¹⁰ .
Paraldehyde	III	4m	PV	Restr	A	None	I-C ¹² .
Pentachloroethane	III	B/3	PV	Restr	NSR	.316, .525, .526, .1020	NA.
1,3-Pentadiene	III	4m	PV	Restr	B	.526, .912(a)(1), .1002, .1004	I-D.
Perchloroethylene	III	4m	PV	Restr	NSR	.526	NA.
Phenol	II	B/3	PV	Closed	A	.408, .525, .526, .933, .1020	NA.
Phosphoric acid	III	NR	Open	Open	NSR	.554, .555, .558, .1045, .1052	I-B ¹⁰ .
Phthalic anhydride (liquid).	III	4m	PV	Restr	D	None	NA.
Polyethylene polyamines	III	NR	Open	Open	A	.236 (b), (c)	NA.
Polymethylene polyphenyl isocyanate ¹¹⁾	II	B/3	PV	Closed	C, D	.236 (a), (b), .409, .500, .501, .525, .526, .602, .1000, .1020.	NA.
(iso-, n-) Propanolamine	III	NR	Open	Open	A	.236 (b), (c), .526	NA.
Propionaldehyde	III	4m	PV	Restr	A	.316, .526, .527	I-C.
Propionic acid	III	4m	PV	Restr	A	.238(a), .527, .554	I-D.
Propionic anhydride	III	4m	PV	Restr	A	.238(a), .556	NA.
(iso-) Propylamine	II	B/3	PV	Closed	C	.236 (b), (c), .408, .440, .525, .526, .527, .1020.	I-D.
(n-) Propylamine	II	B/3	PV	Closed	C	.236 (b), (c), .408, .500, .525, .526, .527, .1020.	I-D.
Propylene oxide ⁹⁾	II	B/3	PV	Closed	A	.252, .408, .440, .500, .526, .530, .1010, .1011.	I-B.
(iso-) Propyl ether	III	4m	PV	Restr	A	.409, .500, .515, .912(a)(1)	I-D.
Pyridine	III	4m	PV	Restr	A	.236(b)	I-D ¹² .
Sodium hydrosulfide solution (45 pct or less).	III	4m	PV	Restr	NSR	.526, .933	NA.
Sodium hypochlorite solution (15 pct or less).	III	4m	PV	Restr	NSR	.236 (a), (b)	NA.
Styrene	III	4m	PV	Open	B	.912(a)(1), .1002 (a), (b), .1004.	I-D.
Sulfur (liquid)	III	NR	Open	Open	NSR	.252, .440, .526, .545	I-C ¹² .
Sulfuric acid	III	NR	Open	Open	NSR	.554, .555, .556, .602, .933, .1000, .1045, .1046, .1052.	I-B ¹⁰ .
1,1,2,2-Tetrachloroethane.	III	B/3	PV	Restr	NSR	.316, .525, .526, .1020	NA.
Tetraethylenepentamine	III	NR	Open	Open	A	.236 (b), (c)	NA.
Tetrahydrofuran	III	4m	PV	Restr	A, D	.526, .912(a)(2), .1004	I-C.
Toluene diisocyanate ¹¹⁾	II	4m	PV	Closed	C, D	.236(b), .316, .408, .500, .501, .525, .526, .527, .602, .1000, .1020.	NA.
1,1,2-Trichloroethane	III	B/3	PV	Restr	NSR	.526	I-D.
Trichloroethylene	III	B/3	PV	Restr	NSR	.316, .525, .526, .1020	I-D.

表1 最低要件一覧表(5)

貨物名 ¹⁾	貨物格納システム ²⁾	ベント高さ ³⁾	ベント ⁴⁾	計測 ⁵⁾	防火装置 ⁶⁾	特別要件	電気的危険度クラス及びグループ ⁷⁾
Tricresyl phosphate (containing 1 pct or more of the ortho-isomer).	II	4m	PV	Closed	B	.408, .525 (a), (c), (d), (e), .1020.	NA.
Triethanolamine	III	NR	Open	Open	A	.236 (a), (b), (c), (g)	NA.
Triethylamine	II	B/3	PV	Restr	B	.236 (b), (c), .525, .526, .527, .1020.	I-C.
Triethylenetetramine	III	NR	Open	Open	A	.236 (a), (b), (c)	NA.
Urea, ammonium nitrate solution (containing more than 2 pct NH ₃).	III	4m	PV	Restr	A	.236(b), .526	I-D.
(iso-, n-) Valeraldehyde	III	4m	PV	Restr	A	.500, .526	I-C.
Vinyl acetate	III	4m	PV	Open	A	.912(a)(1), .1002 (a), (b), .1004	I-D.
Vinyl ethyl ether	II	4m	PV	Closed	A	.236 (b), (f), (g), .408, .440, .500, .515, .526, .527, .912(a)(1), .1002 (a), (b), .1004.	I-C ^{1,2} .
Vinylidene chloride	II	4m	PV	Restr	B	.236 (a), (b), .440, .500, .526, .527, .912(a)(1), .1002 (a), (b), .1004.	I-D.
Vinyl neodecanate	III	NR	Open	Open	B	.912(a)(1), .1002 (a), (b), .1004	NA.
Vinyl toluene	III	4m	PV	Restr	B	.236 (a), (c), (g), .912(a)(1), .1002 (a), (b), .1004.	I-D.
Xylenols	III	NR	Open	Open	B	None	NA.

〔表1の説明〕

貨物格納システム：I、IIまたはIIIのいずれかの格納システムのタイプが掲げられている。§ 153.230 ~ 153.232 参照のこと。

ベント高さ：ベントライザーの位置及び高さはB / 3または4 mのいずれかで示してある。§ 153.350及び153.351 参照のこと。

ベント：ベント制御弁のタイプは圧力真空 (PV) または開放のいずれかで掲げてある。

計測：計測の型は、密閉、制限 (Restr) または開放のいずれかで示してある。§ 153.400 ~ 153.406参照のこと。

防火装置：防火装置の型は次のように示してある。

- A：水溶性貨物に対する泡装置 (イオン溶解性泡)
- B：非水溶性貨物に対する泡装置 (非イオン溶解性泡)
- C：水噴霧装置
- D：ドライケミカル装置

NSR：防火装置に対して特別要件なし

表Iで2種以上の防火装置を指定している場合、いずれの1種類でも本編の防火装置の要件を満足する。表Iがドライケミカル (D) 装置を指定する場合を除き、司令官 (G-MTH) が代替を認める場合に限り、ドライケミカル装置の代わりにAまたはB型の装置を使用できる。

特別要件：特別要件は、“153” という編の番号を省い

た節の番号で示してある。

電気的危険クラス及びグループ：この欄は本章の支章J (電気工学) と共に使用するようになっている。本欄でNAとは、この貨物に対しては支章Jの電気的危険クラス及びグループは適用しないことを意味する。

注：本編または本章の支章D (タンク船) が適用されない貨物リストについては、付録1を参照のこと。

USCG: 46 CFR

液化ガスばら積船/ケミカルタンカー
安全規則/技術要件

B 5 判 本文80頁 定価2500円 (送料共)

USCGは「危険液体物およびばら積液化ガスを運送する自航式船舶に対する安全規則」の改正提案およびケミカルタンカーに関する技術要件の改正をFederal Registerにおいて発表した。液化ガスタンカー-或いはケミカルタンカーの船主/オペレーター、造船技術等の関係者にとって看過すことのできない技術情報である。中でもケミカルタンカーに対する改正規則は、既に発効しておりケミカルタンカー関係者にとっては必須のものである。

上記のことから当編集部では一括翻訳し対訳本としてお届けすることにした。皆様のご購読をお願いします。

船舶技術協会

● 拡がる船用鋼材

TMCPによるYP36kgf/mm²鋼の製造と その船舶・海洋構造物への適用

<その2>

森 山 康*

3. TMCPによるYP 32, 36 kgf/mm² HT-50の 船舶・海洋構造物への適用

3・1 船体用鋼板規格

現在使用されている船体用鋼板の規格は、軟鋼については1959年(昭和34年)にUnified Requirement UR1として、また高張力鋼については1971年(昭和46年)にUR12として主要船級協会 (IACS In International Association of classification)でそれぞれ統一された。しかし、高張力鋼についてはその後一部修正が加えられ現行規則となっている。この中で、制御圧延はNb処理を行わない場合A32, A36で板厚35mm以上, D32, D36で板厚25mm以上の場合焼準の代りの処置として認められているが、E級鋼に関しては認められていない。

TMCPによるY.P 32, 36 kgf/mm²級鋼については、1979年頃より各船級協会において、IACS統一規格の規定外の特別承認という形で焼準の代用として認められて来た。その後、次第にTMCPによる鋼の実績が認められ、日本海事協会の熱心な提案に対して、1983年にThermo Mechanical Rolling という名称で担当協会のLR協会より、第4表に示すように全鋼材に対しての改正案が提出され、今後の検討にゆだねられることになっている。

3・2 高張力鋼の溶接に関する規格

造船用鋼材の溶接に使用される溶接材料も、IACSで統一されているが、高張力鋼の溶接には低水素系溶接棒を使用することが原則になっている。しかし、 $C_{eq} \leq$

0.41%の鋼材に対しては各船級協会の判断で、非低水素系溶接棒の使用が認められている。次に溶接法承認試験における溶接継手の要求値についての規格は統一されていないが、第5表は溶接法承認試験におけるシャルピー

第4表 IACS UR W. 11 の改正案

1. Designation	A32	D32	E32	A36	D36	E36
2.	No alteration					
3.						
4.						
5.						
6.						
7. Heat treatment						

Definitions - for the purpose of these requirements, the following definitions apply:

- i) **Controlled Rolling:** This is a procedure in which final rolling is carried out in a controlled temperature range. A minimum rolling reduction at this stage may also be practised. The use of this procedure gives material with mechanical properties equivalent to those obtained by normalizing.
 - ii) **Thermo-mechanical Rolling:** This is a procedure which involves control of both the steel temperature and the amount of reduction - within strict limits - at each stage of rolling. The use of accelerated cooling on completion of thermo-mechanical rolling may also be accepted subject to the special approval of the Society.
- This procedure gives material with mechanical properties equivalent to or better than those obtained by normalizing.

第5表 溶接継手に対するシャルピー要求値 (BV Rule, 1982)

- for manual and semi-automatic welding (for all welding positions except up vertical welding):
 - > 47 J at +20°C for grades A, B, AH32 and AH36,
 - > 47 J at 0°C for grades D, DH32 and DH36,
 - > 47 J at -20°C for grades E, EH32 and EH36,
- for automatic welding:
 - > 34 J at +20°C for grades A, B, AH32 and AH36,
 - > 34 J at 0°C for grades D, DH32 and DH36,
 - > 34 J at -20°C for grades E, EH32 and EH36,
- for manual and semi-automatic welding in up vertical position, the mean value of the impact energy of the 3 CHARPY-V specimens with the notch in the axis of the weld metal and in ZAT is not to be less than the following values:
 - > 34 J at +20°C for grades A, B, AH32 and AH36,
 - > 34 J at 0°C for grades D, DH32 and DH36,
 - > 34 J at -20°C for grades E, EH32 and EH36.

* 新日本製鐵株式会社 厚板条鋼研究センター

試験の例としてのBVの要求値を示す。

3・3 TMCPによる造船用型鋼の特性

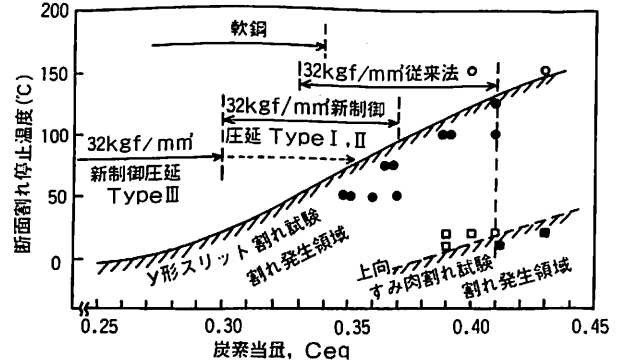
船体構造の高張力化には、鋼板の他にインバートなどの型鋼が使用されるが、TMCPによる鋼の高溶接性のメリットを生かすためには当然型鋼も高溶接性でなくてはならない。この考えに基づき、TMCPによるインバートは昭和59年3月より既にY.P 32, 36 kgf/mm級のものが製造されているが厚板と同じく C_{eq} は0.36%以下と低く高溶接性である。現在インバートについては、水冷型TMCPと非水冷型TMCPの両方によるものが製造されている。

3・4 TMCP Y.P 32, 36HT-50の造船への適用

水冷型TMCPによるY.P 32 kgf/mm級鋼が昭和58年に初めて使用されて約2年経過したが、その間約40万トンのTMCPによるHT-50が造船に使用され、今後もこの傾向は強まっている。これは、前述のように造船の省エネ指向に、TMCPによるHT-50の開発がマッチングしたためであるが、TMCPによるHT-50を使用する上での工作上の特徴を次にのべる。

(1) 溶接施工

第6表は、TMCP鋼の特性と、それらとの関連で一般によく知られている施工上の改善点と問題点である。これらの点は、工作施工中、溶接（予熱、中水素溶接棒）、組立て（ショートビード、線状加熱など）、曲げ（線状加熱、垂の発生など）に関連する。予熱不要の点につい



($C = M_n / 6 + (Cr + Mo + V) / 5 + (Ni + Cu) / 15$) (%)
第11図 船体構造用高張力鋼板の断面割れ停止温度と C_{eq} との関係

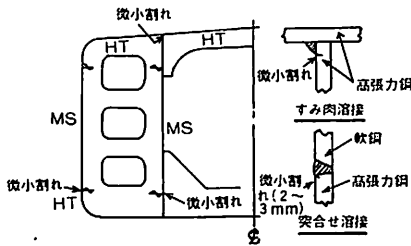
ては、従来のHT-50について $C_{eq} \leq 0.41\%$ と規制し、寒冷時以外は予熱を行わないことになっており、TMCP鋼の予熱不要性は、表向き特にメリットはないといわれる。しかしながら、第11図に示すように上向き隅肉溶接では割れ発生のほぼ限界に近い状態で溶接が行われており、溶接棒の選択、或いは溶接管理限界を誤ると、第12図に示すような個所には割れ発生の危険があることを示しており、この危険性を回避する意味でもTMCPによるHT-50の採用は意義が大きいといえる。

一方、Y.P 36 kgf/mm級鋼は $C_{eq} \leq 0.41\%$ の経済型鋼の製造は、従来の製造法では困難であり、この点が、わが国でY.P 36 kgf/mm級鋼の使用が行われなかった理由

第6表 TMCPによるYP32, 36 kgf/mm²高張力鋼の特性と施工上の改善点、問題点

	特 性	施工上の改善点と問題点	備 考 (実用化の程度)
長 所	(1) 耐溶接冷間割れ性の向上	溶接予熱が不要	従来から造船用HTは予熱無しが原則
		非低水素系溶接棒の採用	水平すみ肉溶接に一部実用化
		ショートビード制限の緩和	—
短 所	(2) 加熱、急冷熱サイクルに対する靱性劣化現象の減少	線状加熱の施工条件の緩和	—
	(3) 熱影響部靱性の向上	大入熱溶接の入熱制限の緩和	特殊処理による大入熱溶接用鋼で実用化
短 所	(1) 大入熱溶接時のHAZの軟化	C_{eq} 下限値の設定	$C_{eq} \leq 0.30$ の場合であるが、船体強度保持上特に問題はないことが結論づけられた。※
	(2) 母材のDilutionによる溶接金属の強度低下	溶接材料の選択 C_{eq} 下限値の設定	溶接材料の成分upにより 溶接金属強度を確保することで実用化可
総合的特性	溶接性、靱性の向上による母材の基本性能の向上	HTの溶接部の実質的性能向上による安全性の増大	船体構造のHT化率の上昇と船体鋼材重量の減少

※ SR193委員会



第12図 高張力鋼板使用構造部の割れ発生箇所⁵⁾

の1つであった。

溶接性が著しく向上した TMCP 鋼の主なメリットは、溶接能率の向上、特に水平隅肉のグラビティ溶接に中水素系溶接棒の使用を行うことであり、水素量をやや高め、溶着金属のピットの発生を抑えた良作業性の溶接棒が開発出来たことである。中水素溶接棒は、第7表に示すようなさまざまな利点があり、第13図に示すように6.4mm φ以下の棒径の溶接棒（水素含有量25CC / 100gr 程度）では、 $C_{eq} \leq 0.36\%$ 、板厚25mmまでの鋼板では、低温割れなしに溶接可能である。したがって、全体の70%を超えと言われる隅肉溶接の割合の多い船体建造には、極めて大きなメリットであると思われる。ただし、最近、造船会社によっては、CO₂溶接が隅肉溶接に採用されているところもあり、この場合はTMCP鋼の溶接性向上のメリットは少ない。

一方、前述のように、 C_{eq} の低下は、造船用HT-50の場合、その他の積極的な大入熱溶接時の熱影響部靱性向上対策を実施しなくても、20万J/cm程度の大入熱溶接であれば、ほぼ靱性の規格値を充足するから、TMCPによるHT-50では、従来通りの片面一層のFCB、FCA溶接が行われている。

(2) 線状加熱

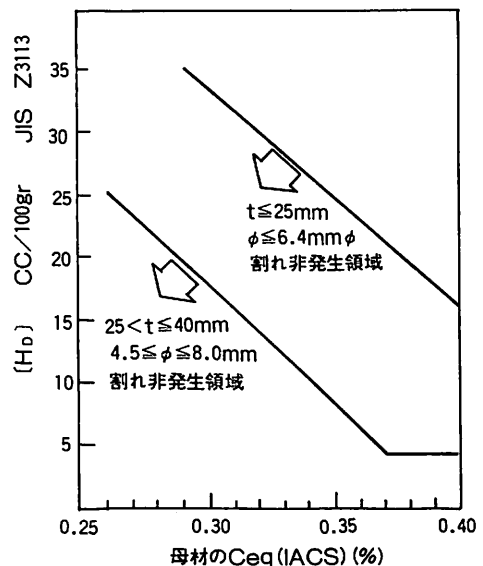
一方、TMCPによるHT-50は、線状加熱性が良好であるから、現在JSQSで定められている作業標準に従って管理されている内容を、大巾に緩和することが可能である。第8表は、SRI93委員会でもまとめられた線状加熱の施工基準(案)⁶⁾を溶接管理基準と並べて示したもので、現在の標準に比して、極めて施工が容易になっているのがわかる。

4. TMCPによる低温用鋼の水海域船舶、海洋構造物への適用

水海域で使用される構造物、船舶を建造するための鋼材は、ジャケットの大型化、新タイプの構造型式、安全性の追求の3点から、漸次要求が厳しくなり、特に溶接継手の品質に対する要求に対しては、AWS, API, BS,

第7表 TMCP HT-50に対する中水素溶接棒使用のメリット

- (1) 予熱なしに低温ワレのない溶接が可能である。
- (2) 溶着鋼中に水素量(HD) 20 ~ 25ml / 100gr を含むためピット発生がない。
- (3) ビード形状が極めて良好で、耐アンダーカット性、ビードの伸びがよくなる等、溶接作業性の向上が顕著である。
- (4) フラックスの組成が異なるため熔融速度（消費溶接棒長 / アークタイム）が速く、運棒比（ビード長 / 消費棒長）が高いので溶接能率が向上する。



第13図 一層隅肉溶接ワレ非発生のための鋼材の C_{eq} と溶着鋼水素量の関係

NVなど一般的要求に加えて、使用環境や、過去の経験、研究成果を踏まえて、各構造物毎に固有の客先仕様が優先的に適用されている。北海向けなどの厳しい環境条件下のジャケットの重要部材を対象とすると、第9表のような項目がある。

一方、海洋プラットフォームや、現在計画中の砕氷タンカーへの適用に際しては、さらに50mmを超える厚鋼板の要求がある。これらの要求をほぼ満たすHT-50の製造に対しては、TMCPによる以外に、またこれが最も適した製造方法ということが出来る。第10表は、TMCPによる水海域海洋構造物用低温鋼材の例で、いずれも大入熱溶接が可能のように成分設計されており、入熱量と継手衝撃試験結果の相関の例を第14図⁷⁾に示すが、極めてすぐれた低温強靱鋼である。

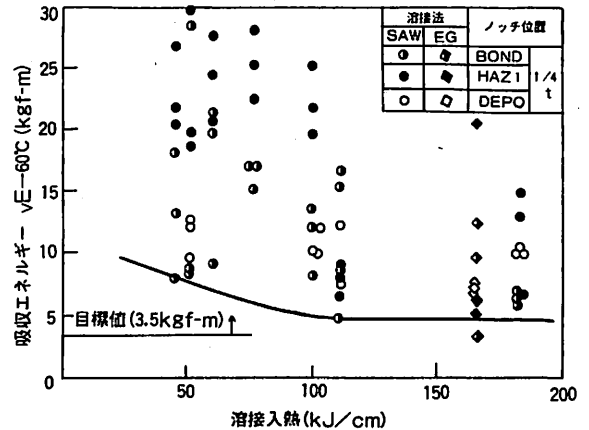
第8表 TMCP鋼の施工に関する管理基準(案)

予熱	$C_{eq} \leq 0.36\%$ の T.M.C.P による鋼, 水素量 $[H_D] \leq 3.5CC/100gr$ の溶接棒を使用する場合, 気温が $0^\circ C$ 以下の場合, 板厚, 使用溶接棒径に見合った予熱が必要である。 また, 気温が $0^\circ C$ 超の場合でも板厚, 拘束度に応じて予熱を必要とする場合がある。		
水平隅肉1パス溶接溶接に対する非低水平系溶接棒の適用可能範囲	鋼種 AH32, DH32, AH36, DH36 の継手又はこれらと軟鋼との継手。 $C_{eq} \leq 0.36\%$ 板厚 $\leq 25mm$ 溶着金属水素量 $[H_D] \leq 25CC/100gr$, 溶接金属引張 $50 \sim 67kgf/cm^2$ 溶接脚長 $\leq 7mm$ 予熱 大気温度 $0^\circ C$ 以下の場合 $50^\circ C$ 以上の予熱を行う。		
ショートビードアークストライク	$C_{eq} \leq 0.36\%$, $[H_D] \leq 5CC/100gr$ の低水素棒使用の場合 $10mm$ 以上のショートビードを許容する。尚アークストライクは禁止。		
*1 線状加熱 (空冷又は加熱) (直後水冷)		A, D 級 鋼	E 級 鋼
	線状焼き, ジグザグ焼き	最高加熱温度 $1000^\circ C$	最高加熱温度 $900^\circ C$
	点焼き, 部分丸焼き	" (但し $C_{eq} \geq 0.30\%$)	—
	線返し加熱, 冷却	" (但し 3 回まで)	最高加熱温度 $900^\circ C$ (但し 2 回まで)

*1, JSQS 現標準 ($900^\circ C$ 加熱の場合は空冷または $500^\circ C$ まで空冷後水冷, $650^\circ C$ 加熱の場合は水冷可)

第9表 水海域海洋構造物鋼材, 溶接継手に対する要求

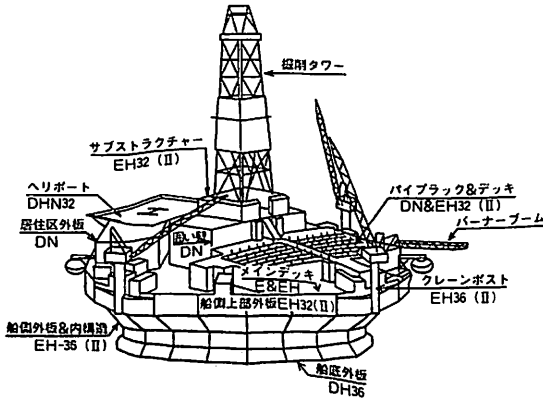
鋼材	要求	目的
鋼材	低炭素当量 $\leq 0.40\%$	HAZ 最高硬さ, 低温割れ防止
	板厚方向特性 $\phi_z \geq 30\%$ S含有量規制	ラメラテアー防止のため
溶接継手	低温靱性 COD- $10^\circ C \geq 0.35mm$ (入熱 $\leq 45kJ/cm$)	脆性亀裂発生防止
	応力集中回避のため ビード形状制限	疲労 (含腐蝕疲労) 強度の改善
	溶接部硬さ制約 HV ≤ 300	水素誘起による応力腐蝕割れ防止
	溶接施工管理	製作中の溶接欠陥防止



第14図 CLC鋼溶接部シャルピー衝撃値に及ぼす溶接入熱の影響(板厚30mm)

第10表 TMCPで製造した水海域海洋構造物用鋼材の例(CLCプロセス)

符号	板厚 (mm)	化学成分											C_{eqLR}	機械的性質				
		C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Nb	Ti	Al	N		Y.P (kgf/cm ²)	T.S (kgf/cm ²)	E ℓ (%)	vE-60 (kgf/m)	vTS ($^\circ C$)
A	40	.08	.28	1.44	.002	.002	—	—	—	.006	.053	.0023	.33	39.6	53.1	32	24.8	-100
B	25	.09	.26	1.45	.007	.002	—	—	—	.007	.042	.0025	.33	42.2	55.2	23	25.5	<-100
C	38	.08	.21	1.45	.009	.003	.27	.28	.01	.008	.035	.0038	.37	45.4	59.0	31	21.3	-93
D	50	.09	.26	1.42	.005	.002	.32	.26	.01	.008	.042	.0040	.38	43.5	57.2	34	25.3	-102
E	75	.07	.23	1.33	.016	.004	.46	.79	—	.007	.032	.0050	.38	45.0	53.0	36	30.0	-137



第15図 コニカルリグへの主な使用鋼板⁸⁾

これらのTMCP鋼は、北極海、北海を始めとする低温域海洋構造物に既に大量に使用されつつあるが、第15図は、昭和58年に建造を終えたカナダのボーフォート海で使用されているコニカルリグのTMCP鋼の使用部位で、 -60°C での衝撃値を保障されたY.P 36 kgf/mm²鋼(EH36)が使用されている。

5. おわりに

TMCPは、その発達の歴史からみて、いわば長年の開発順序を踏んだ所産と言っているが、この総合技術がわが国で開発されたことは喜ばしい限りである。

従来の製造技術では到底製造し得なかった新しい特性を持つ鋼材が、厚板だけにとどまらず、薄板、条鋼、鋼管の分野でもTMCPにより生まれつつあるのを見れば、今後のあらゆる鉄鋼利用分野で明るい将来が開けるような気がする。

しかしながら、TMCPによる各鋼種は、必ずしも、その技術性格上、既存の製造-利用システムに合わない面(例えば規格体系等)もあり、今後、造船、海洋構造物等への先駆的利用経験を尊重しながら、これらの見直しを検討して行く必要があるように思える。

引用文献(つづき)

- (7) 吉田, 若元, 八木, 縄田, 山戸, 堀井, 池田; 第7回溶接技術講演会, S 60. 1, 溶接学会中国支部
- (8) 岸本, 今岡, 三宅; 第7回溶接技術講演会, S 60. 1, 溶接学会中国支部

ニュース

ニュース

「三井B & W型」ディーゼル機関
世界初の累計生産1,800万馬力を達成

三井造船株式会社は、1926年(大正15年)にデンマーク国、パーマイスター・アンド・ウエイン社(Burmeister & Wain A/S, 現社名M. A. N.-B&W Diesel A/S)とディーゼル機関に関し技術提携を結んで以来、「三井B & W型」ディーゼル機関の製造を行なってきたが、このほど玉野事業所において陸上運転を行なった6L50MCE型機関(出力8,640馬力)をもって累計馬力が1,800万馬力を達成した。

「三井B & W型」ディーゼル機関は、その初号機(6125M型, 出力950馬力)を1928年(昭和3年)に完成して以来、上記6L50MCE機関にいたる57年間で合計2,380基、累計馬力18,001,709馬力を記録した。

この記録は、大型ディーゼル機関同一機種種の累計馬力としては世界で初めてのものである。

1,800万馬力到達機関は、株式会社金指造船所が現在パナマ国, Tomas Panama S. A. 向けに建造の26,000DWT型撒積貨物船に搭載された。

〔参考〕

1号機	昭和3年6月	1,000万馬力	昭和51年10月
100万馬力	33年10月	1,500万馬力	57年1月
500万馬力	45年5月	1,800万馬力	60年2月

ロイド船級協会(LR)
日本における100A1船級100周年を迎える

一世紀前、ロイド船級協会は、横浜に最初の事務所を開設した。造船用材料として一般に軟鋼が使用され始めた1877年には同協会が初めて日本の船級を認定していた。それは729総トンの鉄製スクリュー汽船「秀吉丸」で、同年英国で「オーデュナ」号として建造され100A1船級船として三井物産の助に売却されたもので、その後三井物産がその船を利用して口之津から上海へ石炭を運ぶ海運業を開始することになった。

1883年と1884年には、共同運輸会社のために15隻以上の汽船が英国で建造され、すべて同協会がその船級を認定した。これらの船舶の引き渡しに伴い、その後の定期的な保守検査をどうするかが重大な問題となったため、同協会は1885年横浜に検査員を任命することに決定した。その任には当時748総トンの共同運輸会社所有の「伊勢丸」の船長であったジョン・J・フォード氏が選ばれた。まもなく横浜に続き神戸にも事務所を開設(1985年現在15ヶ所)し、以後、日本の造船業界と同協会との間には、相互に利益をもたらす関係が確立されていき、今年で日本における100A1船級100周年を迎えた。これを記念して同協会会長H.R.マッククラウド氏が来日し、5月16日に東京・ホテルオークラにて記者会見が行なわれた。

海洋生物が付着しない無害な防汚塗料

“バイオクリン”

中国塗料株式会社 技術本部
 広田 信義

1. まえがき

海運業、臨海工業、水産業など海と密接な関係がある産業では、構造物の表面に海洋生物が付着することにより、機能的、経済的に多大の損害を蒙っていることはよく知られている。たとえば、船舶における船速低下・燃料消費量増加、臨海発電所の冷却水路や復水器管系における吸水ポンプ負荷の増大や冷却効率の低下、養魚網・定置網の目詰りや重量増加による魚類の斃死や流失等の被害は大きな問題である。これらの対策としては、防汚塗料を塗装する化学的方法や、除去・清掃による物理的方法などが行われている。

しかし、従来の防汚塗料は成分として銅化合物や有機錫化合物が配合され、海中において塗膜表面からこれらの化合物が常時微量ずつ溶出することにより海中生物の付着防止に機能している。したがって、まったく海洋環境を汚さないものではない。最近では養殖漁業の普及発展により、沿岸海域における魚介類の生産が盛んに行われているので、その汚染対策にはとくに慎重な対処が必要である。

そこで、当社はできるだけ海洋環境をクリーンにするという見地から、無害な防汚塗料の開発に努力してきた結果、高分子の表面物性を応用し従来の防汚塗料のような銅・錫系の防汚剤をまったく含有しないで、海洋生物の付着による汚損を防止するユニークな防汚塗料“バイオクリン”を商品化した。すでに各種の実績においてすぐれた防汚性能が評価されている。

2. 防汚メカニズム

“バイオクリン”は、表面自由エネルギー(表面張力)を適度に低い状態に調整することにより、生物付着の防

【ぬれにくい】

【ぬれやすい】

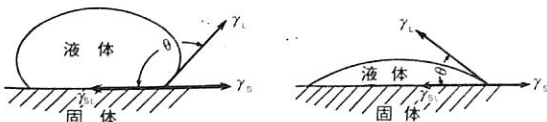


図2 固体表面における液滴の“ぬれ”

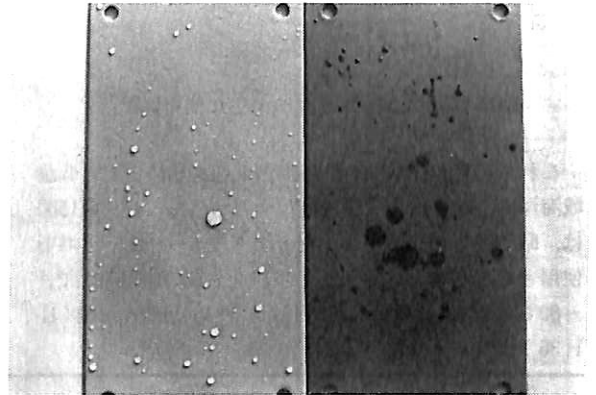


図1 バイオクリン塗膜表面の撓水状態

止機能をもつ表面を形成する。

ワックスのかかった乗用車のボディーや水面に浮ぶ水鳥の羽毛などは、水をはじきぬれにくいことは衆知のことである。図1にみられるように、“バイオクリン”の塗膜表面に水滴をのせると丁度これと同様な現象を呈する。

平滑な固体表面に液体をのせ平衡に達するときの状態は図2のようになり、このとき次式 (Youngの式) の関係が成り立つ。

$$\tau_{SL} = \tau_S - \tau_L \cos \theta$$

τ_{SL} : 固体・液体間の界面張力

τ_S : 固体の表面張力

τ_L : 液体の表面張力

θ : 接触角

また、付着の仕事 W_a は固体表面から液体を引き離す仕事に相当し次式であらわされる。

$$W_a = \tau_S + \tau_L - \tau_{SL} = \tau_L (1 + \cos \theta)$$

τ_L が一定の場合、 θ が大きくなる ($0 \sim 180^\circ$) につれ $\cos \theta$ の値は小さくなるので、固体表面は液体でぬれにくく完全には付着しないようになる。液体が水の場合表面張力の低い固体表面においては接触角は大きくなる。

図3はバイオクリン塗膜、図4はガラス板のそれぞれ

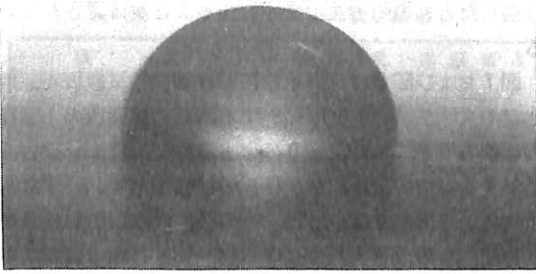


図3 バイオクリン塗膜表面における水滴ぬれ

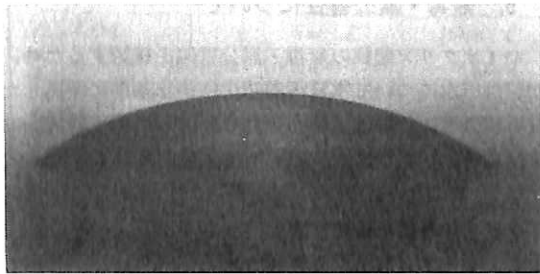


図4 ガラス表面における水滴ぬれ

の表面における水滴の接触角測定時の写真であるが、バイオクリンの塗膜の表面張力が小さいことを示している。海水と接している構造物の表面に、フジツボやアオノリで代表される貝類や海藻類が付着するときは、その幼生や胞子は付着直後に蛋白質性の粘性物質を分泌し、海水の介在のもとで生化学合成が行われ、接着性セメントを生成して固着する。表面張力の低い固体表面はこのような生物の分泌物に対しても“ぬれ性”を減退させる。バイオクリンはこの物性を有するシリコン系合成樹脂を、高度に精製された鉱物系蠟状物質にて変性して塗料化したもので、水に対する接触角が $100 \sim 105^\circ$ を有する低表面張力の塗膜を形成するため、上記の原理により生物の付着力が弱められ脱落しやすくなる結果汚損が防止できるのである。

3. 特長

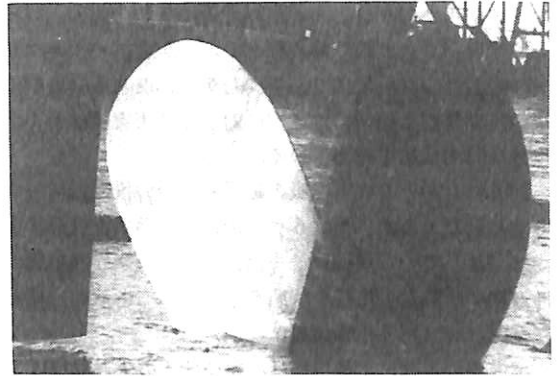
(1) 無公害型塗料である

従来の銅系や有機錫系の防汚剤のほか、公害規制の対象となる重金属や有害物質等を含有していないので、海洋環境を汚染せず水産生物にも影響を及ぼさない。

(2) 防汚性良好である

防汚剤をまったく含んでいないにもかかわらず、貝や海藻が長期（1～2年）にわたって付着せず防汚性が良好である。

(3) 従来の防食塗膜の上に塗装できる



バイオクリン塗装 他社防汚塗料

図5 推進器翼におけるバイオクリンの防汚性
(20万DWTトン鉱石運搬船, 3ヶ月後)

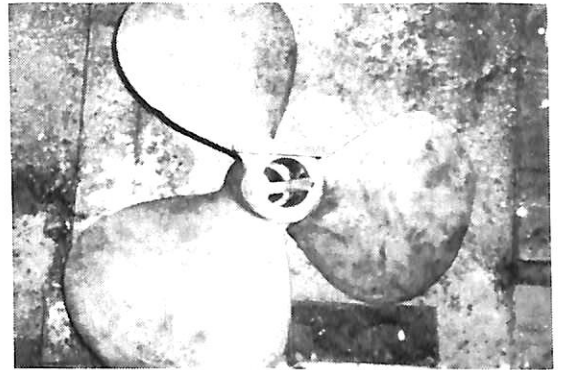


図6 同上 (防衛庁支援艇 12ヶ月後)

防食塗料を下塗りし、特殊なバインダーコートの中塗りした上に塗装するシステムにより、各種防食塗膜（ただし、油性系を除く）の上に塗装できる。

(4) 塗膜は平滑・半透明で撥水性が強い

塗膜は平滑で光沢を有し、乳白色半透明である。塗膜表面は強い撥水性がある。

(5) 塗装は容易である

一般の塗装と同様にして塗装できるが、表面の平滑性が防汚性に影響するので、エアスプレー、エアレスプレーなどによる塗装方法を推奨する。

(6) 各種の素材表面に塗装できる

鉄鋼、非鉄金属、コンクリート、FRP、ゴム、プラスチック（ただし、ポリオレフィン、ナイロンを除く）の表面に塗装可能である。

4. 防汚性能

4・1 船舶関係

船舶のように海洋を常時移動する構造物については、

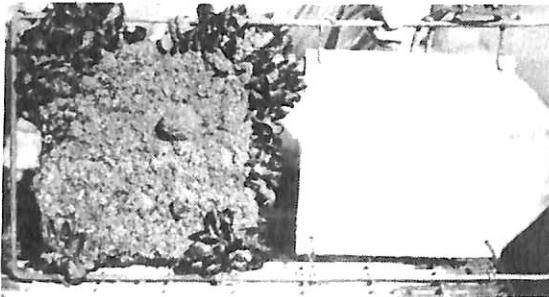
従来の防汚塗料がほとんど海洋汚染の規制の対象となっていない、コスト高であるなどの理由から、バイオクリンの需要は少ない現状である。しかし、進水後艀装繫岸時や長期繫留の船舶の推進器に対する適用実績は多く、良好な防汚成績を収めている。

図5は、20万DWトン級の鉱石運搬船の推進器に対する塗装例であるが、進水6ヶ月後に剥き落すまで海洋生物は付着していなかった。また、図6は防衛庁支援艇の推進器に塗装し1年後の状態を示すものであるが、翼の塗装部はまったく生物付着はなかった。

推進器の生物による汚損は、船速低下の大きな要因の一つであるが、その対策としてバイオクリンの塗装は有効であるといえる。防汚が不要となり剥き落し作業の場合、塗膜は有害物を含んでいないから作業者にとって衛生的に安全であることも有利である。

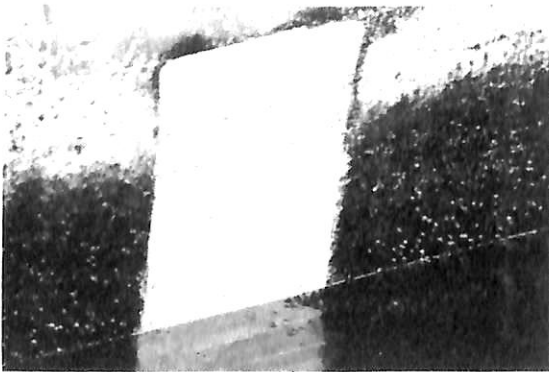
4・2 電力プラント関係

電力プラントの冷却水導入管・取水口、除塵用スクリーン、復水器等の一部における試験塗装、塗装試験板浸漬などにより防汚試験を行ってきたが、1～1.5ケ年



無塗装 バイオクリン

図7 浸漬試験板の防汚性（発電所取水口、12ヶ月）



無塗装 ← | バイオクリン | → 無塗装

図8 試験塗装個所の防汚性

（発電所取水口コンクリート壁、12ヶ月後）

経過したときの防汚性は良好であることが確認されている。

図7および図8は、取水口における浸漬試験板と、取水口のコンクリート壁面に対する試験塗装個所の1年後の状態を示す。また、図9は復水器冷却水管の管板表面に対する実用塗装後約9ヶ月後の状態を示す。いずれも生物による汚損はなかった。その他、取水口における15ヶ月間、冷却水導入管における14～19ヶ月間の試験結果も良好であることが判明している。

5. 無毒・無公害性について

バイオクリン塗膜の無毒・無公害性を確認するため、塗膜溶出水について水質汚濁防止法排水基準に準拠した分析検査と、魚毒性試験をそれぞれ広島市衛生研究所および近畿大学農学部水産研究所に依頼して実施した。

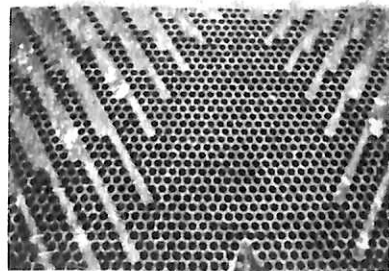
5・1 溶出水分析検査

5・1・1 溶出水の調製方法

- (1) 塗膜の調製：アクリル樹脂製円筒（100φ×75mm）の表面に、乾燥膜厚100ミクロンとなるようにバイオクリンを塗付。
- (2) 塗膜面積/海水：235.5cm²/7.5ℓ
- (3) 溶出操作：上記(1)の塗装試験片を供試海水（自然海水）中にて、1m/sの速度で連続30日間回転させて溶出処理を行なった。

5・1・2 分析検査結果

溶出水の分析検査結果を表1に示す。上記の塗膜面積/海水比を換算すると約3m²/トンとなり、かつ30日間



無塗装
↑
↓
バイオクリン塗装

図9 復水器管板面における防汚性（9ヶ月後）

表1 塗膜溶出水分析検査結果

項目	検査結果	許容限度*1	
有害物質による排出水基準	カドミウム	検出されない	0.1 mg/l
	シアン化合物	検出されない	1 mg/l
	有機リン	検出されない	1 mg/l
	鉛	検出されない	1 mg/l
	6価クロム	検出されない	0.5 mg/l
	ヒ素	検出されない	0.5 mg/l
	有機水銀	検出されない	検出されないこと
	その他による排出水基準	PH	8.2
COD		5 mg/l	160 mg/l
n-ヘキサン抽出物質		検出されない	5 mg/l
フェノール類		検出されない	5 mg/l
銅		0.015 mg/l*2	3 mg/l
亜鉛		0.02 mg/l*2	5 mg/l
溶解性鉄		検出されない	10 mg/l
溶解性マンガン		0.4 mg/l*2	10 mg/l
フッ素イオン		1.0 mg/l*2	15 mg/l

注) *1 水質汚濁防止排水基準
*2 自然海水の含有量と殆んど同値であった。

表2 ウニ卵の受精、発生に対する有害度基準(布施・浅野, 1977)

媒精後の時間	45分	5時間	11時間	18時間	24~48時間
発生段階	1細胞期~	桑実胚期~	胚胚期~	囊胚期~	プリズム期~
有害度基準	5	0~50%	0~50%	0~50%	0~50%
	4	51~59	51~59	51~64	51~64
	3	60~69	60~69	65~74	65~74
	2	70~84	70~84	75~89	75~89
	1	85~100	85~100	90~100	90~100

*1: 普通海水, 2: 弱有害海水, 3: 中有害海水, 4: 強有害海水, 5: 激有害海水

表3 供試水における有害度判定

媒精後の時間	45分	5時間	11時間	18時間	24~42時間	有害度平均	
発生段階	1細胞期~	桑実胚期~	胚胚期~	囊胚期~	プリズム期~		
自然海水	ブランク1	99.0% 1	93.5% 1	97.5% 1	96.0% 1	98.7% 1	1.0
	ブランク2	97.5% 1	96.5% 1	100.0% 1	98.0% 1	99.2% 1	1.0
塗膜溶出水	1 ¹⁾	98.0% 1	93.5% 1	97.5% 1	96.0% 1	99.5% 1	1.0
	2 ²⁾	96.5% 1	93.5% 1	97.5% 1	98.5% 1	98.0% 1	1.0
	3 ³⁾	97.5% 1	95.0% 1	96.5% 1	97.5% 1	98.2% 1	1.0

注) 1): 塗膜20日間溶出 2): 塗膜10日間溶出 3): 塗膜細片20日間溶出

換水しないままの溶出水であるから、シビヤーな試験条件であるにもかかわらず、有害物質その他の項目についての検査結果は、水質汚濁防止法排水基準に合格している。

5・2 魚毒性試験

本試験は、塗膜溶出水中におけるムラサキウニ卵の受精・発生に及ぼす毒性試験、海水魚・淡水魚に対する毒性試験である。その概要は以下のとおりである。

5・2・1 溶出水の調製方法

つぎの二通りとした。

(1) 塗装試験片からの溶出水

上記の5・1・1に記した方法と同様にして調製した。ただし、溶出期間は30日、20日および10日間とした。

(2) 塗膜微細片からの溶出水

バイオクリンの塗膜を微細片に裁断し、この2.5g ずつを海水、井水各7.5 lを入れた10 lのポリ瓶の中に入れ、50回/分の速度で20日および10日間振とうして溶出を行った。

5・2・2 ムラサキウニ卵の受精・発生試験

ムラサキウニの卵と精子を入れた海水20mlずつを、溶出海水と自然海水各1 lを入れたビーカー中に混合しよくかく拌し、媒精後5分から42時間にわたり受精・発生状況を検鏡しながら計数した。

(1) 結果

ウニ卵の受精・発生状況は、塗膜溶出水と自然海水との間に有意差が認められなかった。

(2) 判定

表2に示すウニ卵の受精・発生に対する有害度基準(近畿大学: 布施・浅野, 1977)によって有害度を判定したものが表3であるが、平均有害度基準値は塗膜溶出水も自然海水と同じ1.0であり、バイオクリン塗膜は無害であると判定された。

5・2・3 海水魚・淡水魚に対する魚毒性試験

海水魚はインダイ、ニベの当才魚(体重1.5~4.4g)10尾ずつを塗膜溶出海水各15 lの中に入れ、エアレーションを行いながら、24、48および72時間後における斃死魚の出現状況を観察した。

表4 72時間における斃死魚の出現状況

供試水	イ シ ダ イ				ニ ベ				コ イ			
	供試尾数	斃死数	生残数	生残率(%)	供試尾数	斃死数	生残数	生残率(%)	供試尾数	斃死数	生残数	生残率(%)
溶出水 ¹⁾ 1	10	0	10	100	10	0	10	100	-	-	-	-
2 ²⁾	10	0	10	100	10	0	10	100	-	-	-	-
3 ³⁾	10	0	10	100	10	0	10	100	-	-	-	-
4 ⁴⁾	10	0	10	100	10	0	10	100	10	0	10	100
5 ⁵⁾	10	0	10	100	10	0	10	100	10	0	10	100
ブランク ⁶⁾ 1	10	0	10	100	10	0	10	100	10	0	10	100
ブランク ⁷⁾ 2	10	0	10	100	10	0	10	100	10	0	10	100

注) 1) 塗膜30日間溶出海水 4) 塗膜細片20日間溶出海水 ただし、コイの場合は井水使用
 2) 塗膜20日間溶出海水 5) 塗膜細片10日間溶出海水 ただし、コイの場合は井水使用
 3) 塗膜10日間溶出海水 6) 自然海水 ただし、コイの場合は井水使用
 7) 自然海水 ただし、コイの場合は井水使用

表5 鋼下地の場合の塗装方法

タイプ	塗料名	塗装回数回	乾燥膜厚(μ)
ビニル系	エバボンド	1	15
	中国ビニルAC-HB	1	60
	中国ビニルAC-HB(バインダー添加剤混入)	1	60
	バイオクリン	2	150
エポキシ系	エピコンジックリッチプライマー-B	1	18
	エピコンマリンHB-AL	1	100
	エピコンマリンHB-AL(バインダー添加剤混入)	1	100
	バイオクリン	2	150
タール エポキシ系	エピコンジックリッチプライマー-B	1	18
	ビスコンAC	1	125
	シルバックスSQ-HB	1	75
	中国ビニルAC-HB(バインダー添加剤混入)	1	50
	バイオクリン	2	150

表6 コンクリート下地の場合の塗装仕様

タイプ	塗料名	塗装回数回	乾燥膜厚(μ)
エポキシ系	エピコンC-100下塗(ミストコート)	1	40
	エピコンC-100下塗	1	50
	エピコンC-100	1	100
	エピコンマリンHB-AL(バインダー添加剤混入)	1	100
	バイオクリン	2	150
タール エポキシ系	ビスコンAC(ミストコート)	1	40
	ビスコンAC	1	125
	シルバックスSQ-HB	1	75
	中国ビニルAC-HB(バインダー添加剤混入)	1	50
	バイオクリン	2	150

淡水魚はコイ稚魚(体重1.4~2.3g)10尾ずつを塗膜溶出井水各15ℓ中に入れ、上記同様にして観察を行なった。

(1) 結果

試験結果を表4に示す。インダイ、ニベ、コイいずれも24、48および72時間で斃死または横転の個体はなく生残率100%であった。塗膜微細片による溶出水のように、苛酷な試験条件においても生残率は同じであった。

(2) 判定

海水魚、淡水魚いずれも自然海水、井水と同様の結果であり、塗膜の影響はまったくないものと判定された。

以上のウニ卵の受精・発生試験や海水魚、淡水魚に対する魚毒性試験の結果からみて、水産生物に全然影響を及ぼさないことが明らかである。

6. 塗装仕様

バイオクリンは従来の塗料と同様に、被塗物素材の違いにより各種の下塗塗料を塗装する必要がある。ところが、表面自由エネルギーの低い高分子物質は他の

物質に付着しにくい。バイオクリンの塗膜もこの性質を有しているため、直接下塗塗膜の表面に付着しない。しかし、特殊なバインダーコート・システムを開発することにより一連の実用塗装仕様を確立することができた。鉄鋼、軽合金、銅合金、コンクリート、合成ゴム、FRP、硬質塩化ビニルなどの表面に施工できる。

参考までに、鋼、コンクリート、ゴム・ライニングなどの素地に対する塗装仕様例を表5～表7に示す。期待防汚寿命は1.5～2年間である。表中のバインダー添加剤とは、シリコーン樹脂であり、塗装直前に少量を下塗塗料に混合して使用するものである。また、ミストコートとは、コンクリートのような多孔質材料の内部に包蔵されている空気を駆逐し、塗装後に気泡によるフクレ、ピンホールなどの欠陥発生を防ぐための塗装であって、下塗塗料に30～40重量%相当の専用シンナーを混合し希釈したものを、スプレーにより塗装するものである。

7. 用途

バイオクリンの用途は目下いろいろの分野における適用を開拓中であるが、現在までの主な用途はつぎのような実績がある。

- (1) 船舶関係：推進器翼、舟艇船底
- (2) 電力プラント関係：冷却水取水口、冷却水循環水管、バースクリーン、ロータリースクリーン、止水弁、復水器内面、海水ポンプ
- (3) その他：オイルフェンス、土木用海水汚濁防止カーテン

表7 ゴム・ライニング下地の場合の塗装仕様

タイプ	塗料名	塗装回数(回)	乾燥膜厚(μ)
合成ゴム系	ゴム用AC	1	40
	ゴム用AC (バインダー添加剤混入)	1	40
	バイオクリン	3	200

8. むすび

上述のとおり、バイオクリンは塗膜の低表面自由エネルギーの効果により海洋生物の付着を防止し、かつ水産生物に影響を与えない無毒・無公害性の画期的な防汚塗料である。

船舶に対する適用については、防汚性、コスト、塗膜保全など改良を要する問題が残されているため、現時点では実用に至っていないが、近い将来達成するよう研究を進めている。

最近、環境庁において各地の内海・港湾・湖・河川などの精密環境調査にもとづき、防汚剤の有機錫化合物「ビストリブチル錫オキシサイド」の環境汚染問題が検討されているが、このような状況から今後防汚剤に対する規制が厳しくなることも考えられる。

とくに、栽培漁業が普及している沿岸水域の臨海工業プラントの海水利用機器や水産機材等の防汚対策は水産物への影響を考慮して無害化の方策が必要となるであろう。バイオクリンは、斯様な社会的ニーズに適応できるユニークな防汚塗料であると確信しており、ご関係各位のご検討を賜りたい。

なお、バイオクリンに関しては、塗料および塗装システムについて特許を取得していることを付記する。

特許 1046338 号

特許 1124240 号

特公昭 59-48065 号

特公昭 60-03433 号

「船舶用荷役装置の安全と構造設備のための要件」(第1集)

B5版 本文88頁 定価3,200円(千当方負担:ご注文は当社に直接お願いします)

荷役装置は、従来ILO(国際労働機関)が定めた「船舶の荷積み又は荷卸に使用せらるる労働者の災害に対する保護に関する条約(第32号)(1932年改正)」に基づく各国政府規則または各船級協会その他権威ある民間団体規則に従って試験・検査されてきていた。が、ILOでは、1979年6月6日開催の第65回会議において、この条約の見直しを行ない、新たに第152号条約として「船舶の荷役作業における職業上の安全と健康に関する条約」並び

に、第160号勅告として「船舶の荷役作業における職業上の健康と安全に関する勅告」を併せて採択した。

船の科学編集部では上記「新条約」および「新勅告」の英和对訳並びに本資料1冊で充分なるよう従来より使用されている「ILO実行指針」の和訳を40頁にわたって収録し、読者各位の資料として役立てるように「船の科学別冊」として刊行することにした。

株式会社 船舶技術協会

山原船について(下)

浜村 建治

9. 山原船の分類

山原船として現在ある模型や写真を見ると3種類ほどある。それは、

- (イ) 神戸商船大学資料館にあるもの
(第2図と同型で、俗称「ぶんはやー」)
- (ロ) 大阪・民族学博物館にあるもの
(第3図と同型で、これを「かんばん船」と呼ぶ)
- イ) 川内船(かうちーせん)と呼ばれるもの

などである。

(イ), (ロ)は何れも吉田真栄氏が製作したものであり、イもまた吉田氏が図面として保存しているものである。

この3種類の特徴を概略比較してみると、第4表のようになる。

第4表 山原船の特徴の比較

	ぶんはやー	かんばん船	かうちー船
(1)船主先端	左右のつなぎ板がない。	つなぎ板がある。	船首は尖っている。
(2)舷側	舷牆が非常に低い(約30cm)	舷牆があり(約1m)放水口がついている。	「ぶんはやー」と同じ
(3)船尾甲板室	外板迄達していない。	外板迄達した低船尾楼型である。	「ぶんはやー」と同じ。
(4)帆	木綿の三角帆で赤い色	蒲の蓆帆で台形に近い。	「ぶんはやー」に似たもの

第5表 山原船の大きさ

研究者	大きさ	文献
(イ) 名嘉間宣勝氏	8~10反が多かった	(27) / 56
(ロ) 畷舎堀一隆氏	3~4反がほとんど	(28) / 下- 494
イ) 国吉真永氏	5T, 20T, 50Tとさまざま	(29) / 28

琉球古船研究所の吉田真栄氏によると、「ぶんはやー」は明治末期から終戦後まで続いた船型であり、「かんばん船」はそれ以前のものであるということである。従って「かんばん船」が「馬艦船」とみられ、「ぶんはやー」がいわゆる山原船であろう。また「かうちー船」については高知の鰹釣船が漂着し、これを真似るか、改造したのが始まりだともいわれている。

10. 山原船の大きさ

山原船の大きさについては、各研究者によってまちまちの意見が出されている。主な相異を比較すると第5表のようになる。

山原船は帆船であるが、和船とは違う帆であるから、これを和船と同じ基準で反数を呼称したのかどうかははっきりしていない。(2) / 49, (28) / 28)

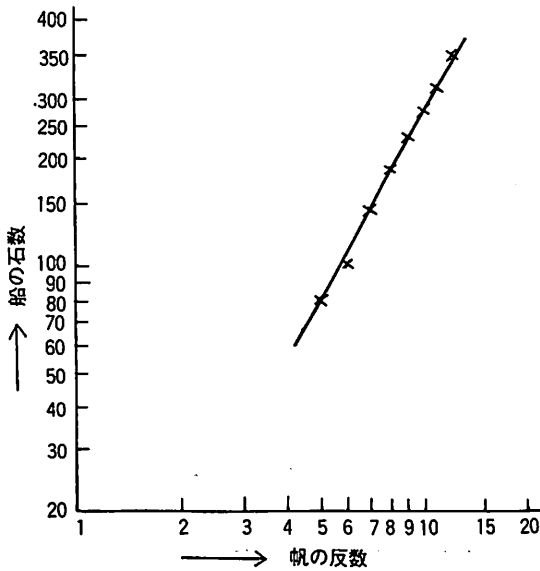
そこで帆の反数と船の大きさの関係を調べてみることにする。和船の帆の反数と石数の関係については、石井謙治氏のすぐれた論文がある。(30) ところが沖縄の船の帆の反数と石数は、和船とも違うようだという疑問が出されている。(18) / 35)

そこで沖縄の船だけの資料をもとにして、この関係を調べてみると、文献(2) / 45~46)により、帆の反数と石高の関係は第6表のようになる。

この関係を対数目盛で画いたのが第4図

第6表 帆の反数と石数の関係

帆の反数	5	6	7	8	9	10	11	12
船の石高	80	100	140	180	220	260	300	340



第4図 帆の反数と石数の関係

である。

これから更に石数と反数の関係式を求めると、

$$K \approx 5.6 H^{1.65} \dots\dots\dots (1)$$

(ここで、K：石数、H：帆の反数)

帆柱の高さは船の長さに略等しいという目安があり、従って帆の面積は船の長さの2乗に比例すると考えてよい。一方、石数は長さの3乗に比例するとみてよいから、理論的には石数は帆の面積の3/2乗すなわち1.5乗に比例すると考えられる。

従って、この(1)式の指数が3乗でなく、1.5乗に近い値だということは、帆の反数は帆の面積に比例した単位だと考えられる。

一方、文献(2)/57によると、1反につき長さ10尋・巾3尺となっており、1尋を5尺とすると、1反は150平方尺(13.8㎡)の面積であることを示している。また、吉田氏によると主帆の面積が反数表示に合致しているという。

従って、少なくとも沖縄では、馬艦船の時代、帆の単位は面積のディメンションであったと考えられる。

次に石数についてみると、記録(21)/69に「505石は6寸足で焼印を押す……」ということが決められており、石数は船足(船梁下の乾玄)と関連

させてあり、石数はDeadweightを意味していることが判る。1石=40貫=150kg (9)/77)として計算できるものであろう。

一方、帆の反数と総トン数の関係は更にデータが少ない。いま戦後に建造された山原船「琉球丸」の実績によると、8反で11.9トンとなっている。

仮に(1)式の指数を使って両者の関係式を求めると次のようになる。

$$T = 0.385 H^{1.65} \dots\dots\dots (2)$$

(ここでT=総トン数)

この式を使用して、Tの値に5、20、50を代入すると、Hはそれぞれ、4.7反、11反、19反となる。

記録によると、12反公用地船(21)/60)があり、また15反楢船という記録もあり(18)/35)、明治になると18反~22反の運搬船が現われている。(15)/448)

明治以降、進貢船・楢船などの呼称が消えて、山原船の呼称しか残らなかったとすると、これらの大型の船も山原船の中に入ったと考えられる。

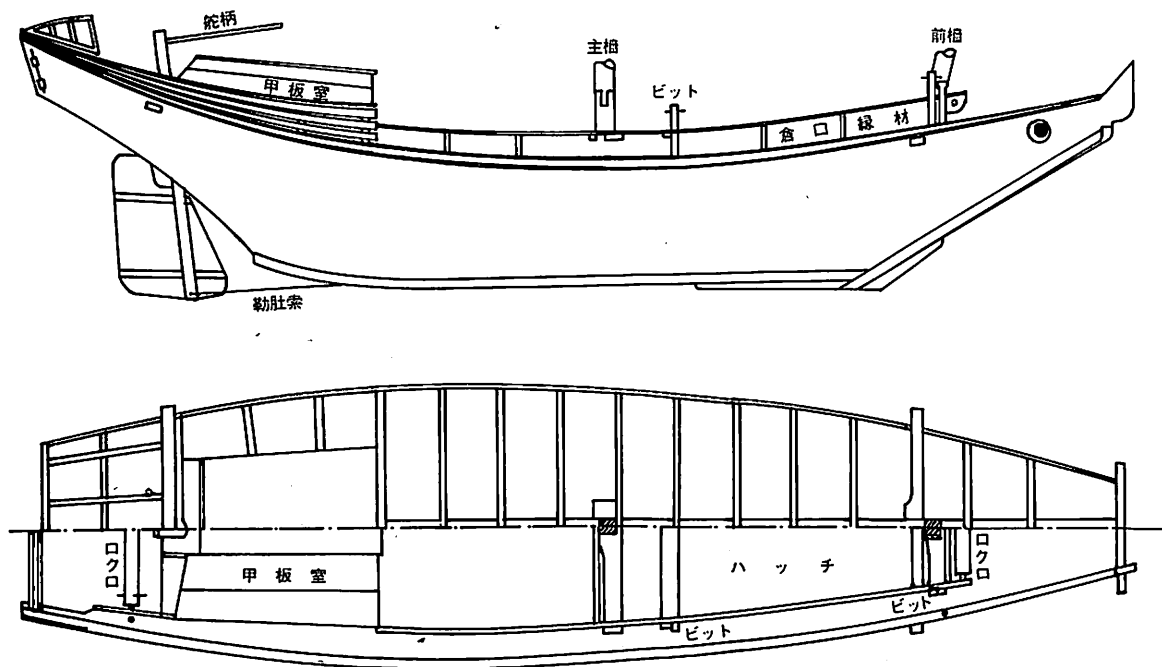
従って、税金の対象外となる3~5反クラス、実用的で稼働率が高かったと考えられる8~11反クラス、大型で遠くまで出掛けた楢船の名残りの20反クラスがあったであろうことは、十分に考えられることである。

第5表の3説ともそれぞれに根拠のあるものと考えられるが、対象とする種類・時期・地域の違いによって、3つの説が分れたものであろう。

11. 構造と材料

第5図は、前記吉田真栄氏のモデルをもとにして書いた山原船の一般配置図である。側面からの写真では判らないが、この図で判るように船首は角型になっていて、これがジャンク型の特徴ともなっている。また竜骨を備えているのが、和船とは異なる点である。

中国福建省の泉州湾で発掘された宋時代のジャンクの船体には竜骨があったと報ぜられているし、また中国の御冠船(封舟)にも竜骨があることが、「中山伝信録」の図に示されている。(20)/上-419)



第5図 一般配置図 (モデル寸法 全長60cm, 幅18.2cm, 深さ7cm)

また山原船はジャンクと同様、横梁が船体外板から突出しており、これに索をとって、引船用などに使用したのであろう。

一方、山原船がジャンク式と異なるのは、隔壁が全くない点であり、肋骨構造方式になっているが、これも和船とは異なるものである。

沖繩に伝わっていた地船構造は重いので、「馬艦造ぎ」に改造していったことが記録されている。

(21/38) 一方、「慶良間造ぎ」という構造法があったらしいが、それがどういうものであったか明らかでないが、釘を使わない独自の技法だったとされている。(20/中-28)

実際の山原船は5寸の角釘を使用したということであるが、竜骨と外板の取合いといい、肋骨構造といい、洋式木造船の技法によく似ている。韓国に技術輸出されたかも知れない「慶良間造ぎ」が、釘を使わなかったとすると、現在も小型漁船「さばに」に伝わる「本造ぎ」という釘なし構造法に類似のものであったかもしれない。(31/125,

(32/47, (33)/230~231)

使用材料としては、船体には松が主に使われ、舵板は杉か松で、舵心材に樫を用いたという。

造船が盛になると、木材資源の枯渇が生じてくるのは当然で、享保20年(1735)には山奉行を設置して、建造許可がきびしくなり、用材の出材地や造船場の指定まで行なわれた。(21/60)

特にマスト用材には苦労したようである。大島では元和と享保に1度ずつ、楢船の建造禁止令を出している。(19/37)

こうして近世期には、比較的木材資源に富む山原地方と、先島の八重山地方において造船が盛になったといわれている。(19/38) 山原の各地でも10反帆位の船は度々造られたらしいが(27/56), 船大工(ふにぜーく)が少なく、結局平安座島に造船所が集中したようである。(27/56)

12. 艦装と塗装

帆装については次節で述べることにして、艦装

品をみると、このように小さな船であるから、大した艤装品はない。帆の揚卸用のウインチ（ロクロ）と索具とりつけ用のビットなどである。

船尾に居住区があるが、風待ちの間この中で数名が生活をしたということなので、食事・寝具等の簡単な設備はあったものであろう。

特異なのは、舵の下部前端にとりつけられた索で、これを船首のロクロに巻いていることである。これは唐船にすべてとってよい程みられるもので、舵軸の固着が不十分であるので、舵が流されないように、この索で止めておいたものらしい。

「和漢船用集」によると、前掛縄・舵打まわし・大廻し・舵首綱などと呼ばれている。(19/373)しかし「中山伝信録」には勒肚索と書かれ、沖縄の言葉ではロクトー（又はドクトー）といている。高価な藤を使って繕り合わせ、命綱として大事にしていたことが伺われる。(34/111)

塗装については、外板の外表面はコーラルを塗ったということであるが、その昔はジャンクのように桐油を塗ったものであろう。或いは「さばに」のように鮫の油を塗ったかも知れない。

また赤と白の塗料で、船尾部に日と月を画き、船首部に鼻と口のような塗装を施している。船尾居住区の前面に三巴の紋所と白い丸が画いてあるが、三巴は琉球王府の紋所であり、(19/38)官船の名残かも知れない。船首部の両舷には目玉模様画かれていて、ジャンクと共通するものであることは前に述べた通りである。

昔の屏風絵にある進貢船や楫船などは、必ず船底が白く塗られている。(18/43~)「唐船之図」でもすべての船が白い船底塗料を用いている。(12)

福建のジャンクのことを最近まで白底船と呼んでいたとあるが、(14/91)この白い船底のことをいっていると考えられる。これは油石灰を塗ったものだとされているが、粗麻又は竹の皮を油石灰で練ったものを、板のシームのホーコンとして使ったといわれているので、この油石灰は盛に使われたのであろう。(9/146, 14/35)

またこの石灰の良質なものが山原地方で産出し

たことと、船体用木材が豊富にあつて、山原地方が近世における造船地帯であったのである。

13. 帆装

山原船の帆は、昔は蒲葵（ホキ、クバ）の帆をかけて、と柳田国男は書いている。(13/256)

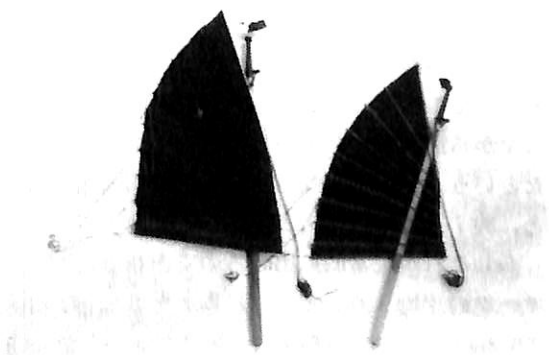
蒲葵とは木の名で、「びろう」とある。「しゅろ」に似たやし科の亜熱帯常緑喬木で、葉は円形で直径1m内外、掌状に多数分裂して幹頂に叢生する」とあるから、表日本でよく見かける木である。

ところが他にも帆の名称として、蒲帆とか笹帆、薙帆・網代帆などがあつて、色々な材料が使用されてきている。またある時はしょうぶの葉を編んだようだが(27/58)、大阪・国立民族学博物館の帆は蒲の帆になっている。

明治37~8年頃から木綿の帆が使用されるようになり(27/58)、最終段階では木綿帆であったとみなされる。残っている戦前の山原船の写真をみても、木綿帆である。(35/5, 11, 118)

この帆に竹製の横棧が入っているのが、山原船やジャンクの特徴であり、この棧は、棧に沿った索によって1本1本がマストから離れないようになっている。(第6図参照)これは最近の福州ジャンクでも図面や写真でみられるもので、ラグセルの特徴である。(16/60, 61, 174, 364)

これは大和型船の帆に比べ、帆の伸縮による風の有効利用ができ、しかもマストに対して風力が



第6図 帆の外観

分布荷重になるという利点を持っている。また竹の横档には先端にそれぞれ索がついており、帆の操作が微妙にできるようになっている。

乗員はマスト頂部の風見鳥を見ながら、手綱をあやつり、地文航法により風を間切って風上にも帆走するのである。陸上では風見鳥は余りよい意味で云われないが、山原船では重要な航海用具であり、仰ぎ見ながら行手の指針とするものなのである。

近年一躍脚光を浴びた帆装商船「新愛徳丸」に装備されている帆は、鋼製の骨にキャンバスを張った硬帆であるが、山原船の帆もいわば硬帆なのである。

さてモデルの帆には赤い色や、茶褐色のものが多く、これは耐久性と防水を兼ねて、ひるぎ(マングローブ)の皮をせんじ、澱粉を混合して染色したものであるという。(12/49) ジャックにも帆に防水油を塗って赤褐色をしたものが多く、稀に白い帆もあるという。(14/88)

ヨットの権威者、渡辺修治氏はジャックの帆はかなり帆走効率のよいものであるという見解をもっておられるが、残念ながらまだジャック・山原船とも、その風洞試験のデータにお目にかかっていない。

帆走実験として残っているものを計算してみると、寛文の唐船が薩摩から江戸へ平均約2.6ノットで航走したのに対し、大和型の菱垣廻船では、174隻の最高平均速力が約1.6ノットになっている。(10/121) これからみると、ジャック型の帆船はかなり帆走効率がよいものと推定される。

山原船の航海についての経験談では、風速5~8m/secの追風の時が最も条件がよく、大宜味村塩屋から那覇までわずか7時間しかかからなかったという。(29/30) 両港間の距離を48海里とすると、約7ノットの速力ということになる。

もしこれが定期的に出せるのであれば、カティサークの平均7.31ノット、日本丸・海王丸の約4.5ノットに比べて遜色のないものである。ところが実際には1~2ノットは順調な方で、横風や逆

風では0.3~0.4ノットになり、10~20日も碇泊することはよくあることで、年間平均では月2往復ていどであったという。(29-30)

14. 運航

船の所有は、古くは模合持(もあいもち、共同所有)の形態であったようだが、明治以降、個人所有のものも多くなったといわれている。(27/51, 29/28)

積荷は山原地方からは薪や木材などの林産物が多く、木炭・竹・砂糖樽から、豚や牛まで運んだという。また那覇などからは日用雑貨が多く、米を始め、タバコ・石けんなどを運び、中でもソーメンと酒がよく運ばれたという。(29/29)

往復航ともに積荷のある稼働率のよい general cargo ship であったといえる。また便乗船客を乗せたこともあったが、その船賃は無料であったらしい。(27/51)

貨物の輸送は運賃契約によるのではなく、買積制度といって、船主が荷主を兼ね、自分の船に商品を積込んで商売をするもので、内地でも北前船などが実施していた制度であった。(10/82)

航路は、沖縄周辺だけでも30近い港があったとされている。(27/54)

乗組員の数は8反帆船で4名位(27/56)、9反帆船では5名程度であったようだ。(29/28) 一方、乗組員の給料は、1航海ごとに利益を配分し、船主3、船長1.5、乗組員1の割合が普通であったという。(29/29)

吉田氏によると、船の耐用年数は13年位であり、船価は昭和15年頃、10反帆の船で約1万円であったという。

15. 建造記録

山原船という名前の起源も不明な位だから、山原船がどの位建造されたのか、正確な記録は残っていない。しかし昭和10年頃は200隻近くあったのではないかといわれ、与那城村平安座島では120隻もいたとされている。(29/28)

これらの船も、昭和19年10月10日の大空襲で、ほとんど全滅してしまっている。(31) / 134) 中には生き残って、昭和25~6年頃迄、浜比嘉島附近でみられたというし、(27) / 50) 破れた帆を縫い合わせて帆走している山原船の写真も残っている。(35) / 118)

戦後も4~5隻は建造されたといわれているが(2) / 50), 最後に建造されたのは昭和56年、越来文治氏建造の“琉球丸”(8反船)で、沖縄国際海洋博に出展したあと、観光船として利用されたというが、その後ははっきりしない。(29) / 27)

自動車道路が発達し、船用エンジンも数多く生産される今日、山原船建造のニーズはない。しかし帆装商船が開発され、流行している現在、山原船のラグセイルを見直してみるのも、あながち無駄なことではないように思う。

16. むすび

以上、ふと見た山原船のモデルから新聞記事になり、この文をまとめることになった。

それが義務感ともなり励みともなって、従来考えてもみなかった船の調査となり、近い過去でありながら、その史実調査の難かしさを知った。

半年ほどの短期間の調査なので、充分とはいえないし誤りもあるかも知れない。読み辛いのにあえて文献名と頁まで記したのは、参考文献のご紹

介の為でありご寛容を頂きたい。

故・堀元美氏が中心になって始められたオリエン特海事史学会も、渡辺修治氏を中心として引継がれることになった。

この一文が亡き堀氏にご好誼を頂いたさゝやかなお礼ともなればと思う次第である。

- 参考文献 (出と一部重複記載してある。)
- (2)「馬艦船考」喜舎場一隆(海事史研究, 23号)
 - (3)「定本柳田国男集」第1巻
 - (9)「和漢船用集」金沢兼光(海事史料叢書, 11巻)
 - (10)「日本の船」(日本海事科学振興財団)
 - (12)「中国塗料」67~70巻 堀元美
 - (14)「戎克一中国の帆船」小林宗一編
 - (15)「日本民俗文化大系(5) 山民と海人」下野敏晃
 - (16)「The Junks and Sampan. the Yangtze」Worcester GRG.
 - (18)「江戸時代図誌」24, 南島
 - (19)「楫船雑考」喜舎場一隆(海事史研究, 15号)
 - (21)「南島における船手座について」喜舎場一隆(海事史研究12号)
 - (27)「山原船」名嘉真宜勝(琉大史学 3号)
 - (28)「沖縄大百科事典」上中下(沖縄タイムス社刊)
 - (29)「遥かなる山原船」国吉真永(青い海, No57)
 - (30)「帆について」石井謙治(海事史研究1, 2号)
 - (31)「船」日本古代文化の探究 大林太良編
 - (32)「沖縄の舟・サバニ考」玉城利則(青い海, No51)
 - (33)「漂民の文化誌」田中幸人・東靖晋・著
 - (34)「琉球の歴史」東恩納寛惇(第一書房)
 - (35)「やんばる100年」写真集 沖縄出版社

技術短信

技術短信

世界初の

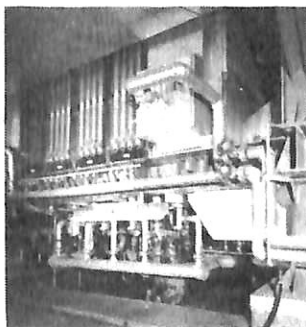
ペトロコックス専焼流動床ボイラ完成

日立造船(株)は、(株)チューエツ木津工場(高岡市)向けにペトロコックス専焼流動床ボイラ(蒸発量20t/h)を建設していたが、このたび完成した。

本ボイラはペトロコックス専焼流動床ボイラとしては、国内はもちろん、世界でも初めてのもので、重油からペトロコックスへの燃料転換により大幅にコストが低減され、投資額の回収は2年以内と見込まれており、今後蒸発量50t/h以下のボイラは、石炭焚き、ペトロコックス焚きとも、流動床型が採用される見通しである。

本ボイラは、①ボイラ効率が約90%と高い、②排ガス中の窒素酸化物(NOx)値は250ppmを下回っている、

③炉内脱硫の採用により硫黄酸化物(SOx)の脱硫率は85%以上である、④層内バーナーの設置により短時間で起動できる、⑤煤塵は0.001g/Nm³以下である、などの特長を持っている。



同社は、イギリスのCSL社(Combustion Systems Ltd.)、FCCL社(Fluidized Combustion Contractors Ltd.)の流動床ボイラ技術を基本に、同社・舞鶴工場石炭総合実験場(300kg/h)を設置し独自の流動床ボイラの開発・実用化に努めていた。

船型試験をめぐって

〈その16〉

(財)日本造船技術センター
横尾幸一

5・4・5 高速貨物船型の研究

この研究は昭和40年度から43年度までLCの名前で行われた研究である。主として、長さ150mの高速貨物船の船型が試験研究の対象となっている。

5・4・5・1 初年度の研究

委員会を構成する各社が試験を希望する船体主要目は若干異っていたので、 C_B としてはその平均値の0.56を採用し、 L/B の影響を調査しておくことになった。また、船体形状の影響を最初に調査することになった。原型の主要目は $L/B=7.0$ 、 $B/d=2.40$ 、 $C_B=0.56$ である。試験を行なった調査項目は次のとおりである。

- (1) 船尾形状
- (2) 船体前半部及び後半部のフレームライン形状
- (3) 船体前半部横断面積曲線形状
- (4) l_{CB} の影響
- (5) L/B の影響

試験を行なった模型船の隻数は合計9隻である。

5・4・5・2 主要目の影響

初年度である昭和40年度に L/B の影響を調査したが、共同研究の対象船としては $L/B=7.0$ 、 $B/d=2.40$ の要目に限定したので、主要目の影響としては C_B 及び $C_M \times C_P$ の影響のみが調査された。 C_B の調査対象としては0.52及び0.54が選ばれ、各 C_B について、原型の横断面積曲線をそのまま採用したものと中央のビルジ部分を削り落したものとを試験した。また、 $C_B=0.56$ に対して C_P の小さいものと大きいもの試験を行なった。したがって、試験を行なった隻数は合計6隻である。

5・4・5・3 l_{CB} の影響

初年度の研究で調査した l_{CB} の変化範囲は1.05%~2.55%であったが、同じ主要目のものに対して $l_{CB}=0\%$ のものを追加するとともに、横断面積曲線が前半部肩落ち、後半部やや肩落りのものについて、3隻の模型船で l_{CB} の影響を調査した。合計隻数は7隻である。

5・4・5・4 横断面積曲線形状の影響

高速船の推進性能には横断面積曲線の形状が大きく影

響するので、この項目の研究にはかなりの力を注いだ。

船体前半部の横断面積曲線形状の変化としては、初年度に原型と肩落ちの試験を行なったのに引続き2種の変化を2年度目に追加した。また、 $L/B=7.0$ 、 $B/d=2.40$ 、 $C_B=0.55$ の船型に対して2種の形状変化を行なって試験した。

船体後半部の横断面積曲線形状の変化に対しては、原型の肩を張らせた場合の試験を追加した。

横断面積曲線形状の影響としては、船体前半部と後半部の形状が密接に関連するものと思われたので、同時に両方を変化させての試験も行なった。 $L/B=6.5$ 、 $B/d=2.40$ 、 $C_B=0.60$ 及び $L/B=6.5$ 、 $B/d=2.47$ 、 $C_B=0.56$ 、 $L/B=7.0$ 、 $B/d=2.47$ 、 $C_B=0.56$ の3種の船型に対して、試験した隻数は9隻であった。したがって、このシリーズの模型船は合計14隻となる。また、東京大学で小型模型3隻を使用し、最適の横断面積曲線形状を求める研究を行なった。

5・4・5・5 フレームライン形状及び船首形状の影響

初年度に船体前半部及び後半部のフレームライン形状及び船尾形状の影響を調査したのに引続いて、船体前半部としては3種のマイヤー・フォームについての試験を行い、船体後半部については、フレームライン変化、クルーザー・スタン変化、スターン・バルブ変化各2種について試験を行なった。このシリーズの合計隻数は9隻となった。

5・4・5・6 船首バルブの影響

原型を始めとして、上に述べた各シリーズの模型船には大きさ6%の通常の船首バルブが装着されていたが、バルブの大きさや形状を変化させての試験も行なった。

すなわち、 $L/B=7.0$ 、 $B/d=2.40$ 、 $C_B=0.56$ の船型に対しては、バルブの大きさ0~9%までの4種、形状3種、 $L/B=7.12$ 、 $B/d=3.0$ 、 $C_B=0.54$ の船型に対しては、バルブの有無及び形状変化6種、 $L/B=6.5$ 、 $B/d=2.47$ 、 $C_B=0.56$ の船型に対しては、バルブと船体との結合の状況、バルブの形状及び大きさの変化を合せて5隻

の試験を行なった。このシリーズの使用模型船の隻数は合計20隻となっている。

5・4・5・7 尺度影響

原型の6.0m模型に対して、長さ8m及び10mの相似模型船の試験を三鷹の400m水槽で行なうとともに、形状の異なった3種の船首バルブをもった船型に対して、長さ4mの相似模型船の試験を行ない、この種の船型の尺度影響を調査した。すなわち、5隻の模型船の試験を行なって、4隻の6m模型船の成績と比較検討を行なっている。

5・4・5・8 あとがき

高速貨物船の船型について試験研究を行なっているうちに、貨物輸送の形態が変化してきて、高速コンテナ船が要望されるようになった。したがって、高速貨物船の研究は以上で打ち切りとして、高速船の研究としては、高速コンテナ船の研究に移ることになった。

また、以上に行なわれた試験研究の大部分は非公開であるが、一部は発表されている。発表されたものの代表例として、図5・41~47を示す。出典は、横尾幸一他、船首バルブ付き高速ライナー船型 ($C_B = 0.56, L/B = 7.0$) に関する系統的模型試験、(第1報) 船研報告第6巻, 第5号, 1969及び(第2報), 第7巻, 第1号, 1970である。図5・47中の9%のバルブの所で置点してあるのは形状の異なったバルブに対するものであり、線上に乗っている点は他の大きさのバルブと似た形に対するものである。

5・4・6 高速コンテナ船型の研究

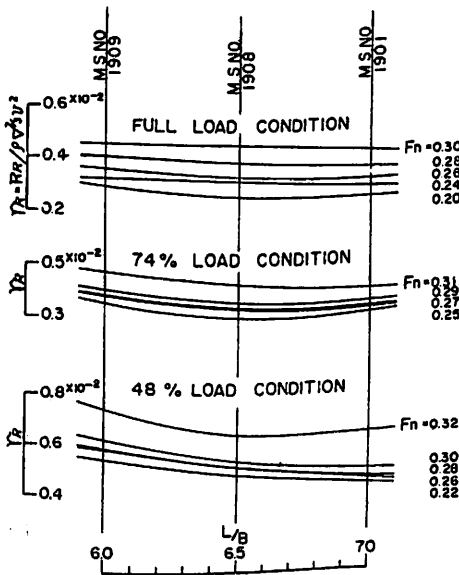


図5・41 L/B の r_R におよぼす影響

高速貨物船型の研究に引続いて、昭和44年度及び45年度はLITACの一部として、47年度から49年度まではPRCの一部として、高速コンテナ船型に関する研究が行なわれた。

実船の長さとしては210m~240mが考えられ、コンテナ船の性格上船の幅が増加するばかりでなく、馬力も

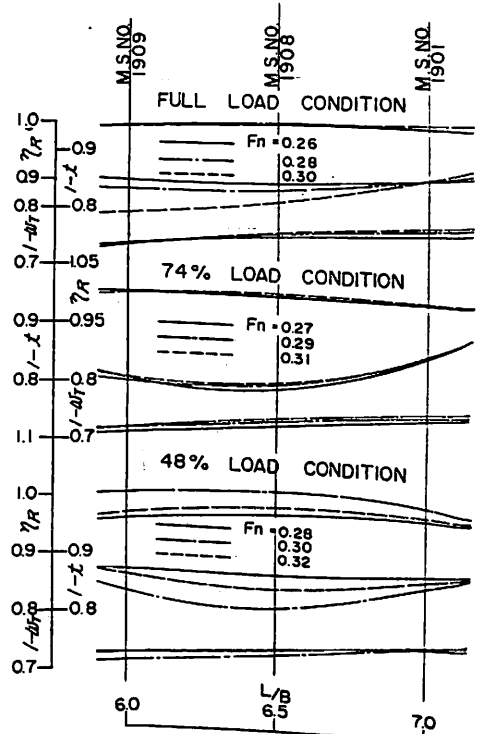


図5・42 L/B の自航要素におよぼす影響

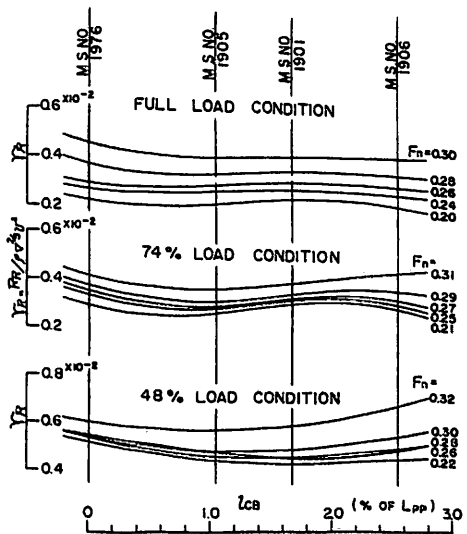


図5・43 L_{CB} の r_R におよぼす影響

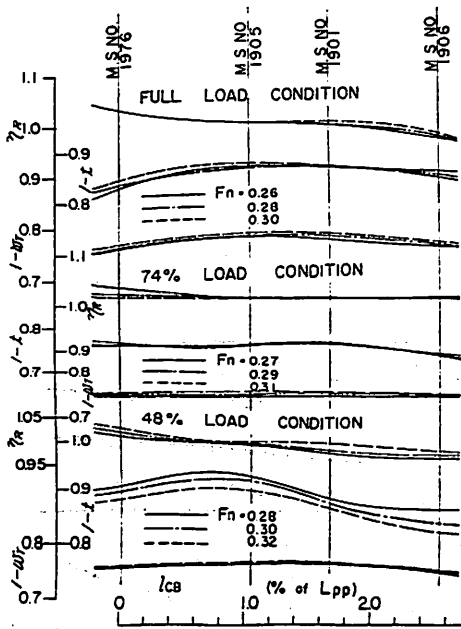


図5.44 l_{CB} の自航要素に及ぼす影響

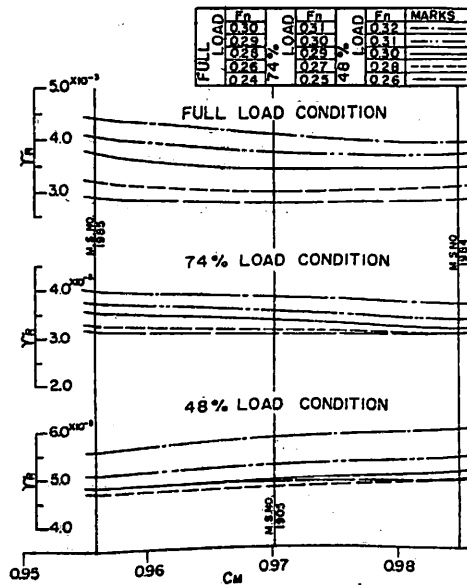


図5.45 C_M の r_R に及ぼす影響 ($C_P \times C_M$ シリーズ)

増大することが考えられたので、1軸船型だけでなく、2軸船型も研究の対象となった。1軸船型の試験は目白水槽で、2軸船型の試験は三層水槽で行なわれた。また、基礎的研究として東大で小型模型船の試験が行なわれた。

5.4.6.1 1軸船型の主要目の影響

$B/d = 3.0$ の高速コンテナ船の船型に対して、 L/B を6.5, 7.0, 7.5に、 C_B を0.52, 0.56, 0.60に変化させた6隻の模型船について水槽試験を行ない、 L/B と C_B との相互影

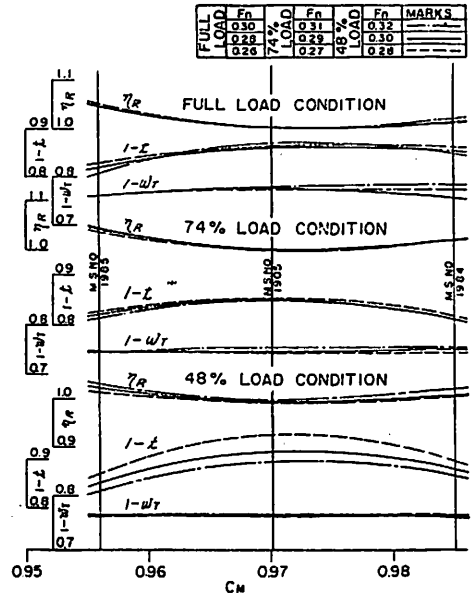


図5.46 C_M の自航要素に及ぼす影響 ($C_P \times C_M$ シリーズ)

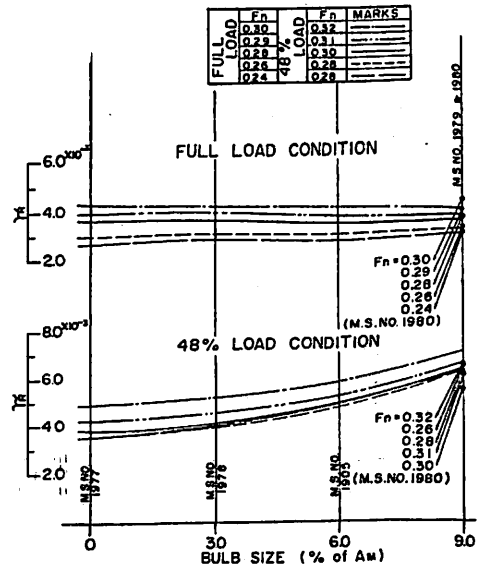


図5.47 バルブの大きさの r_R に及ぼす影響 (船首バルブシリーズ)

響を調査するとともに、 $L/B = 7.0$ 、 $C_B = 0.56$ の船型に対して B/d を2.46及び3.60に変えた2隻の模型試験を追加して、 B/d の影響を調査した。

また、 $L/B = 7.0$ 、 $B/d = 3.0$ 、 $C_B = 0.56$ 及び0.52の船型に対して、バルブ部の半径を変えることによって C_M の値を変更して模型試験を行ない、 C_M の大きさの影響を調査した。

このシリーズで使用した模型船の合計隻数は3隻である。

5・4・6・2 1軸船型の形状の影響

L/B = 7.0, B/d = 3.0, C_B = 0.56の船型について、船体形状をいろいろと変化させた場合の試験を行ない、船体形状の推進性能へ及ぼす影響を調査した。調査した項目は次に示すとおりである。

- (1) 最大面積を有する横断面の前後位置の変化
- (2) 船体後半部のフレームライン形状の変化
- (3) 船尾バルブの大きさ及び形状の変化
- (4) 船首バルブ突出量の変化
- (5) TKM (横メタセンター高さ) の影響
- (6) 理論船型

このシリーズで試験を行なった模型船の隻数は合計15隻である。

5・4・6・3 1軸船型の船体後半部の造波効果に対する粘性影響

東京大学の水槽で、長さ2m及び2.5mの模型船8隻を使用して、1軸高速船の船体後半部の造波効果に対する粘性影響を調査するとともに、造波抵抗理論による計算式における粘性影響の項に対する検討を行なった。

5・4・6・4 2軸船型の主要目の影響

B/d = 3.0, C_B = 0.56の2軸船型に対してL/Bを7.0, 8.0及び9.0と変化させて、L/Bの影響を調査するとともに、L/B = 8.0, B/d = 3.0の船型に対して、C_Bを0.6及び0.52に変化させて、C_Bの影響を調査した。なお、L/B = 8.0, B/d = 3.0, C_B = 0.56が原型となっており、フレームラインや副部の形状についてはあらかじめ行なった形状影響等の試験結果より定めてある。このシリーズでの模型船の隻数は5隻である。

5・4・6・5 2軸船型のフレームライン形状と副部との相互影響

フレームライン形状としてU型と中間型のM型を採用し、シャフトを支持するものとしてストラット及びポッシングを考え、舵として1舵及び2舵を装備しての水槽試験を6隻の模型船を使用して行なった。また、プロペラの回転方向としては外廻りのほか、内廻りも試験した。

5・4・6・6 2軸船型のポッシング形状及び船体への取付角度の影響

三井造船の回流水槽で2m模型を使用して予備試験を行ない、ポッシング形状及び取付角度の船体周りの流れに対する影響を調査した後、船研三鷹の水槽で8m模型を使用してポッシング取付角度の推進性能へ及ぼす影響を調査した。調査した船の主要目はL/B = 8.0, B/d =

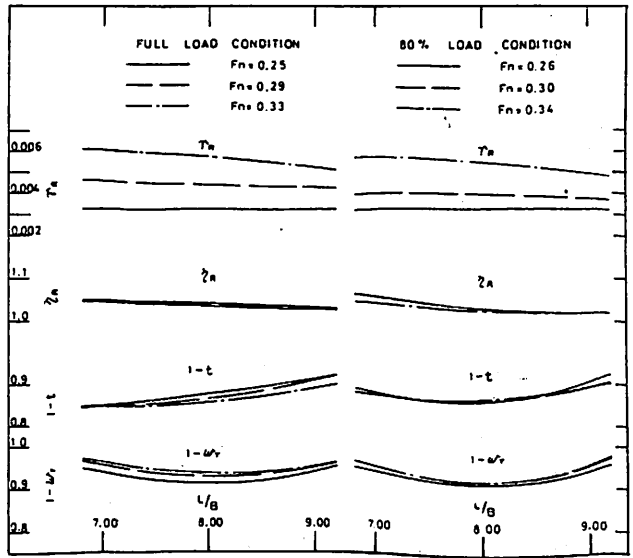


図5・48 L/Bとr_Rと自航要素に及ぼす影響

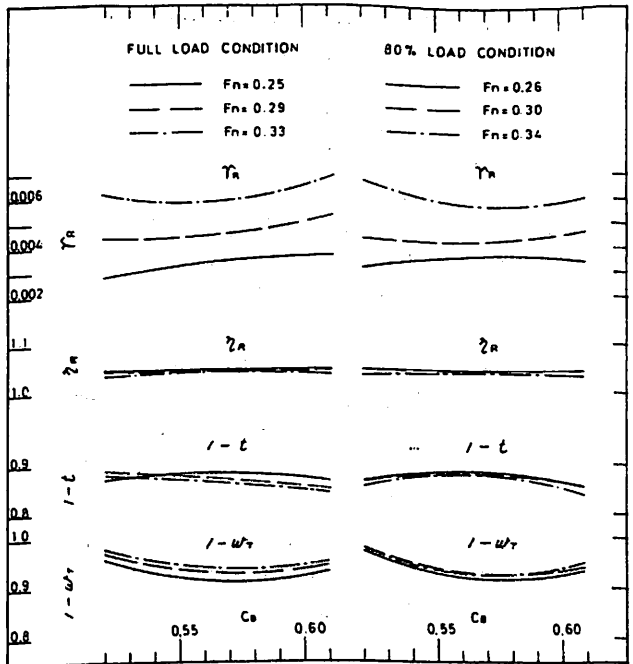


図5・49 C_Bとr_Rと自航要素に及ぼす影響

3.0, C_B = 0.56である。

5・4・6・7 2軸船型の尺度影響

L/B = 8.0, B/d = 3.0, C_B = 0.56の船型に対して、長さ4.0m, 8.0m及び12mの3隻の相似模型船を製作し、尺度影響に関する試験を行なった。

抵抗試験の際、模型船の全抵抗を計測するばかりでなく、ポッシングの抵抗も計測した。

5・4・6・8 あとがき

以上に行なわれた試験の大部分は非公開であるが、一部は発表されている。発表されたものゝ代表例として、図5・48及び図5・49を示す。いずれも2軸船型に対する試験結果であり、出典は、横尾幸一他、高速コンテナ船型の推進性能に関する研究(その2)、第20回船研研究発表会講演概要、1972、である。

5・4・7 広幅浅喫水船の研究

高速コンテナ船型の研究を行なっているうちに、広幅浅喫水船型の研究の必要性が生じてきた。それで、高速コンテナ船型の研究の終了間近に、平行して広幅浅喫水船型の研究を始めた。昭和49年度から50年度にわたっては1軸船型に対して、52年度から53年度にかけては多軸船型に対して研究が行なわれた。その研究試験の概要を以下に説明する。想定された実船の長さは270mである。

5・4・7・1 1軸船型の主要目の影響

$B/d = 3.75$, $C_B = 0.70$ の船型に対して $L/B = 5.0, 6.0, 7.0$ と変化し、 $L/B = 6.0$ の船型に対して B/d を3.0及び4.5を追加した。また、 $L/B = 6.0$, $B/d = 3.75$ の船型の C_B を0.65及び0.75と変化させた。

初年度に行なわれた以上の主要目シリーズの試験結果を参考にして、2年度目にも主要目シリーズを追加した。すなわち、 $L/B = 6.0$, $B/d = 3.0$ に対して C_B を0.75及び0.65と変化し、 $L/B = 6.0$, $C_B = 0.75$ に対して $B/d = 4.5$ を追加した。また、 $L/B = 6.0$, $B/d = 3.75$, $C_B = 0.70$ の船型の ℓ_{CB} を原型の-1.0%から-2.0%に変化させて試験を行なった。使用模型船は合計11隻である。

5・4・7・2 1軸船型の船尾形状

$L/B = 6.0$, $B/d = 3.75$, $C_B = 0.70$ の船型に対して、船体後半部のフレームライン形状をU, Vとした時の試験を行い、フレームライン形状の影響を調査するとともに、2軸を採用した場合の試験も行い、1軸船と2軸船の推進性能を比較した。使用模型船は合計3隻である。

5・4・7・3 1軸船型の船首形状

$L/B = 6.0$, $B/d = 3.75$, $C_B = 0.70$ の船型に対して、船体前半部のフレームライン形状及び横截面積形状を変化させて試験を実施し、フレームライン形状及び横截面積曲線形状の影響を調査した。また、船首バルブの有無及びバルブの異なった形状についての比較試験を行い、バルブ形状の影響を調査した。このシリーズの模型船は合計6隻である。

5・4・7・4 多軸船型の推進法に関する研究

$L/B = 6.0$, $B/d = 3.75$, $C_B = 0.70$ の多軸船型について、以下に示すような試験研究を行なった。

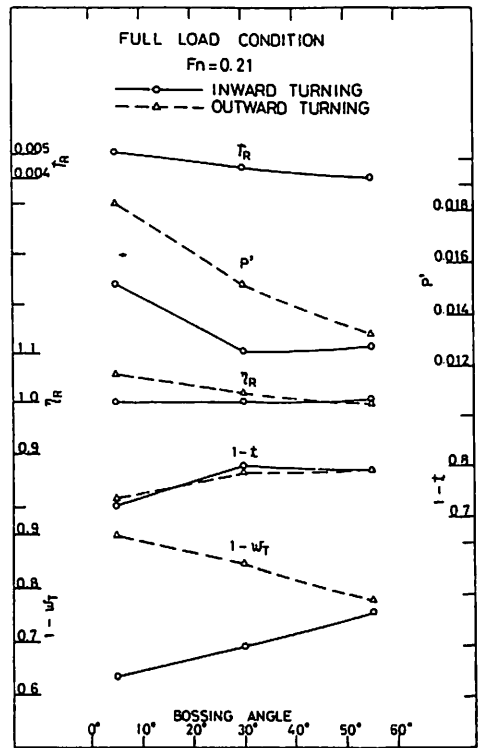


図5・50 r_R , P' および自航要素とボッシング取付角度の関係

- (1) ボッシング角度を5°, 30°, 55°と変更して試験を内廻りプロペラ及び外廻りプロペラに対して行ない、それぞれの回転方向に対して最適のボッシング取付角度を求めた。
- (2) 3軸船型に対して、各軸に対する出力配分を変更しての試験を行い、出力配分の影響を調査した。
- (3) 2軸船型に対して、船体後半部のフレームライン形状を変更して試験を行ない、フレームライン形状の影響を調査した。

上記の試験研究のうち、ボッシング取付角度の推進性能に及ぼす影響を図5・50に示す。抵抗係数 r_R は取付角度が大となるほど減少しているが、馬力係数 P' はプロペラの回転方向によって傾向は異なっている。内廻り回転で、取付角度が約30°の時に最小の馬力を与えている。出典は、川上善郎他、広幅浅喫水船2軸船のボッシング取付角度が推進性能に及ぼす影響、第32回船研研究発表会講演集、1978、である。

● 船の科学ファイル ●

船の科学1年分が資料とともに収められて700円(千共)

第1章 艦艇の電気機装・電気機器

〈その9〉

山崎信次*・伊藤武夫*

3・2・6 探照灯装置

(1) 探照灯及びその遠隔制御装置

昭和初期の艦載探照灯は、大正期に引き続いて「須式」(スペリー式)であったが、昭和6年に初めてオランダのネダロ会社(シーメンス傍系)製のシーメンス式艦載用110cm探照灯及び管制器(遠隔制御器)1組が富士電機を経て輸入され、海軍に納入された。⁵⁾これは軽合金板張り灯器でアーク電流200A、管制器はスタンド形、遠隔制御方式は従動式(追従制御の一種)と称するものであり、従来のスペリー式に比べ、高性能であった。

上記シーメンス式探照灯に改良を加え純国産化されたのが、92式110cm探照灯及び管制装置である。このものの遠隔制御方式は、電圧分割器と称する三相交流発生用ポテンショメータと同期電動機とを組み合わせた、いわゆる直流セルシン方式で、極微速の制御において必ずしも十分円滑な運転が得られなかった。その後種々研究を重ねた結果、レオナード制御の直流電動機とパワセルシンモータとを組み合わせた同期駆動方式が開発された。

この方式は95式機銃射撃装置にも取り入れられた方式で、レオナード発電機の界磁電流を振動接点形制御器で制御し、速度比1:300の広範囲にわたって、多数の同調電動機(直流電動機とパワセルシンを直結したもの)の完全同期運転を可能にしたもので、昭和13年この新方式を取り入れた96式110cm探照灯及び96式探照灯管制器が完成した。管制器には12cm双眼望遠鏡が装着された。探照灯及び管制器の本体は軽合金(シルミン)鋳物製であった。

昭和16、17年には戦艦大和級用として、96式150cm探照灯、同管制器及び選択遮断器が製作搭載された。この探照灯のアーク電流は300Aであり、装備主砲の巨大化に伴う発砲時の爆風に耐えるため、前面ガラスおよび灯体の耐爆強化に苦心が払われた。管制器1基による探照灯2基の選択制御が可能であった。なお探照灯2灯集中した場合の射撃可能距離は、96式150cm灯は12,000m、同

の残量を有していた。なお朝鮮において原鉱を獲得し、自給の方向に進んだほか、マレー半島のすず鉱残砂中の2灯の場合の約20%減であった。²⁾

(2) 探照灯装備標準⁶⁾

艦艇用探照灯は主として装備主砲の夜間射撃に協力するのを目的とし、艦型を考慮の上装備灯径及び灯数を定め、開戦前及び戦時中を通じ大略次の方針で装備された。

- (a) 戦艦、大巡、空母等には110cm 200A探照灯を片舷に対し2ないし4基を集中使用できるように、総数3基ないし8基が装備された。大和型では150cm 300A探照灯8基が装備された。空母においては飛行甲板に装備されたものは、飛行機発着艦に支障のないよう自動昇降装置付きであった。
- (b) 軽巡、大型駆逐艦、敷設艦等には、管制器付き90cm 200A探照灯を、軽巡では片舷同時に2基を使用し得るよう2ないし3基が、また駆逐艦、敷設艦では1艦1基を装備した。
- (c) 小型駆逐艦、海防艦には、電動管制式の75cm 150A探照灯が、また駆潜艇等小艇には手動式40cm探照灯が1艦1基装備された。

なお全般的に見て、電波探信儀(レーダー)の出現と航空機の発達による戦況の変化によって、戦前予想された夜襲戦が少なかったので、探照灯の用途は減少し、主力艦では対空兵装強化のため、探照灯の一部を撤去し、高角砲、機銃又は電波探信儀を装備したものがあつた。一方、対潜水艦用として電波探信儀の目標識別能力の不足を補う目的で、小型艦艇の探照灯装備要求はかえって増加した。また航空母艦の探照灯が昼間味方飛行機の掃射目標として、無線封鎖時大いに有効に使用された。

参考文献

- 5) 富士電機製造株式会社編：「富士電機社史」
- 6) 海軍省内令兵第13号「砲戦指揮装置制式」(昭7)

× × ×

* 日本船用機関調査研究委員会 電気専門委員会委員

造船工学覚え書

< 17 >

広島大学名誉教授(造船学)
工学博士 川上 益男

11. セメント運送船の横熱強度

11・1 概説

普通の貨物船または油送船の従来の研究による太陽熱による熱応力の計測値および鉱石兼油運搬船およびケミカルタンカーの荷油の加熱による熱応力の計算値は表11・1に示すごとき値である。この値をみる限り、非常に厳密な設計でないかぎり太陽熱による応力は考えなくてもよさそうである。

鉱石兼油運搬船またはケミカルタンカーのように、高温加熱または低温貨物の運送をする船では局部的とはいえ熱応力を無視することはできないことがわかる。このケミカルタンカーの場合波浪中のサギング状態で甲板の圧縮応力が 9.3kg/mm^2 、船底の引張応力が 10kg/mm^2 であって熱応力と同程度であり、また甲板縦通桁を単独部材とみなした簡易計算による局部応力は熱応力の数分の1となっている。

セメント運搬船では、セメント製造後直ちに約 100°C のセメントを倉内に満載して需要地へ直送するので、その熱応力はかなり過大なものとなるであろうことは想像に難くない。そこで本稿ではセメント運送船の模型によ

る横強度部材の熱応力の計測と理論計算を行い、両者がかなり良く一致することを確認したので、その結果と、実船の横強度熱応力および荷重による横強度との検討を行なったので報告する^{11・6), 11・7)}

11・2 横強度部材の熱応力の解析

船体の1特設肋骨心距間の甲板梁、特設肋骨、二重底、縦通隔壁鉛直防撓材などの横強度部材をとりだし、これ

- 11・1) Vasta, J.: Structural Tests on the Liberty Ship P. Schuyler, TSNAMA(1947)
- 11・2) Bull, F.B.: Structural Investigation in Still Water on Neverita, TINA(1946)
- 11・3) Vasta, J.: Lessons Learned from Full-Scale Ship Structural Tests, TSNAME(1958)
- 11・4) 久保, 重成: 新加熱方式を備えた鉱石兼油運搬船の船体強度に対する一考察, 浦賀技報, 4(1959)
- 11・5) 小谷, 潮田, 上野: 船体の熱応力, 日立造船技報, 3(1964)
- 11・6) 川上, 橋本, 信川: セメント運送船の強度に対する熱影響について(I), 広大工報, 12, 2(1964)
- 11・7) 川上, 信川: セメント運送船の強度に対する熱影響について(II), 広大工報, 13, 2(1966)

表11・1 実船の熱応力

船名	船種	温度差(°C)	場所	応力(kg/mm ²)	備考
Philip Schuyler	貨物船	2 1.2	倉口隅	0.7	実測 ^{11・1)}
Neverita	油送船	1 4.2	主甲板	3.2	実測 ^{11・2)}
William Sharen	"	2 3.7	主甲板	4.2	実測 ^{11・3)}
Boulder Victory	貨物船	3 7.9	主甲板	5.6	実測 ^{11・3)}
	鉱石兼油運搬船	4 9	内底板	8.8	計算 ^{11・4)}
	ケミカルタンカー	6 0	タンク壁	9.9~1 1	計算 ^{11・5)}
	"	7 0	甲板縦通はり(局部)	1 2	計算 ^{11・5)}

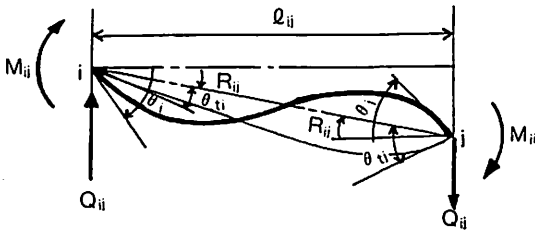


図11・1 熱変形たわみ角法の記号

を直線部材よりなる骨組構造とみなして、たわみ角法により熱応力を計算する。横強度部材の温度分布は定常なものとし、その断面に分布する温度は直線的に変化するものとする。

二重底の船底外板は海水温度であり、内底板はセメントで高温であるが、船底部材全体としてはその1スパン間で一樣な表面温度差をもつ。船側の特設肋骨と縦通隔壁鉛直防撓材は、セメント積載表面と喫水線面とが近似的に同一水平面にあるとすれば、これらの部材は1スパン間で2つの表面温度差をもつ部分にわけられる。従って、1スパン間で2つの表面温度差をもつ梁の熱変形に対するたわみ角法を適用する。

図11・1に示すごとくたわみ角法において次の記号を用いる。

- i, j : 梁の端部を示す添字; l, A, I, h : 梁のスパン, 断面積, 断面2次モーメント, ウェブの深さ (i, j を付して ij 部材を示す);
- S_{ij}, S_{ji} : i, j 端側の温度分布の長さ; t_{ij}, t_{ji} : i, j 端側の梁の下面温度; t'_{ij}, t'_{ji} : i, j 端側の梁の上面温度; T_{ij}, T_{ji} : i, j 端側の梁の中立軸温度; T : 中立軸の平均温度; α : 線膨脹係数, ヤング率; θ_n : 材端全たわみ角 ($n=i, j$); θ_{tn} : 梁の自由伸による材端たわみ角 ($n=i, j$); R : 部材角 (i, j を付して i, j 部材を示す); M_{ij}, M_{ji} : i, j 端の曲げモーメント; Q_{ij}, Q_{ji} : i, j 端のせん断力。

図11・1に示す方向を正とする。

梁の断面の温度分布は深さ h_{ij} 間で直線的に変化するものとしているので、梁の両端 i, j の熱変形によるたわみ角 θ_{ii}, θ_{ij} はそれぞれ次式で与えられる。

$$\left. \begin{aligned} \theta_{ii} &= \alpha (4t_{ij}s_{ij}^2 + dt_{ji}s_{ji}^2 + 2dt_{ij}s_{ij}s_{ji}) / 2h_{ij}l_{ij} \\ \theta_{ij} &= \alpha (4t_{ij}s_{ij}^2 + dt_{ji}s_{ji}^2 + 2dt_{ij}s_{ij}s_{ji}) / 2h_{ij}l_{ij} \end{aligned} \right\} \quad (11 \cdot 1)$$

ただし $dt_{ij} = t_{ij} - t'_{ij}, dt_{ji} = t_{ji} - t'_{ji}$

梁の i 端より x の位置の曲げモーメント M_x は、

$$M_x = M_{ij} (1 - x/l_{ij}) - M_{ji} x/l_{ij} \quad (11 \cdot 2)$$

である。この梁の曲げによる歪エネルギー U は、

$$U = \int_0^{l_{ij}} M_x^2 dx / 2EI_{ij} \quad (11 \cdot 3)$$

となる。今梁の両端で Castigliano の定理を適用すれば、

$$\left. \begin{aligned} \partial U / \partial M_{ij} &= \theta_i - \theta_{ii} - R_{ij} \\ \partial U / \partial M_{ji} &= \theta_j - \theta_{ji} - R_{ij} \end{aligned} \right\} \quad (11 \cdot 4)$$

が得られる。(11・4)の左辺へ(11・2), (11・3)を代入すれば、

$$\left. \begin{aligned} l_{ij} (M_{ij}/3 - M_{ji}/6) / EI_{ij} &= \theta_i - \theta_{ii} - R_{ij} \\ l_{ij} (M_{ji}/3 - M_{ij}/6) / EI_{ij} &= \theta_j - \theta_{ji} - R_{ij} \end{aligned} \right\} \quad (11 \cdot 5)$$

となる。(11・5)に(11・1)を代入し、(11・5)より M_{ij}, M_{ji} を求め、さらに M_{ij}, M_{ji} より Q_{ij}, Q_{ji} を求めれば次のようになる。

$$\left. \begin{aligned} M_{ij} &= 2Ek_{ij} (2\theta_i + \theta_j - 3R_{ij}) + C_{ij} \\ M_{ji} &= 2Ek_{ij} (2\theta_j + \theta_i - 3R_{ij}) + C_{ji} \\ Q_{ij} = Q_{ji} &= -6Ek_{ij} (\theta_i + \theta_j - 2R_{ij}) / l_{ij} \\ &\quad - (C_{ij} + C_{ji}) / l_{ij} \end{aligned} \right\} \quad (11 \cdot 6)$$

ただし、

$$\left. \begin{aligned} k_{ij} &= I_{ij} / l_{ij} \\ C_{ij} &= -\alpha EI_{ij} (4t_{ij}s_{ij}^2 + dt_{ji}s_{ji}^2 + 2dt_{ij}s_{ij}s_{ji}) / h_{ij}l_{ij}^2 \\ C_{ji} &= \alpha EI_{ij} (4t_{ij}s_{ij}^2 + dt_{ji}s_{ji}^2 + 2dt_{ij}s_{ij}s_{ji}) / h_{ij}l_{ij}^2 \end{aligned} \right\} \quad (11 \cdot 7)$$

(11・6) が1スパン間に2つの表面温度差をもつ梁の熱変形に対するたわみ角法の基本式である。この解析法が後述の模型および実船の構造の熱応力の計算に用いられる。

11・2 模型実験

実船における熱応力の計測は種々の困難を伴うので、理論解析の信頼性の検証のため模型実験を行なった。D.W. 8,600tのセメント運送船の中央部3船倉部の1/50の模型を作製した。図11・2に実船の中央横断面を、図11・3に模型の中央横断面を示す。実船における防撓材をそのまま縮小することはむずかしいので、片側防撓材は骨を板に含ませ、船底、船側の二重殻構造では縦横骨は残した構造とした。

材料はジュラルミンを用いた。ジュラルミンは鋼に比してヤング率が小さく、熱伝導率、線膨脹係数が大きいので応力計測が容易なためである。ヤング率は約半分であるため、模型では各部の板厚は1/50の縮尺の2倍とした。

各部材の結合には真鍮製のビスと工業用セメダインを併用したが、セメダインは主として水密保持のために用いたものである。この模型の各部応力はストレイン・ゲージによって計測した。

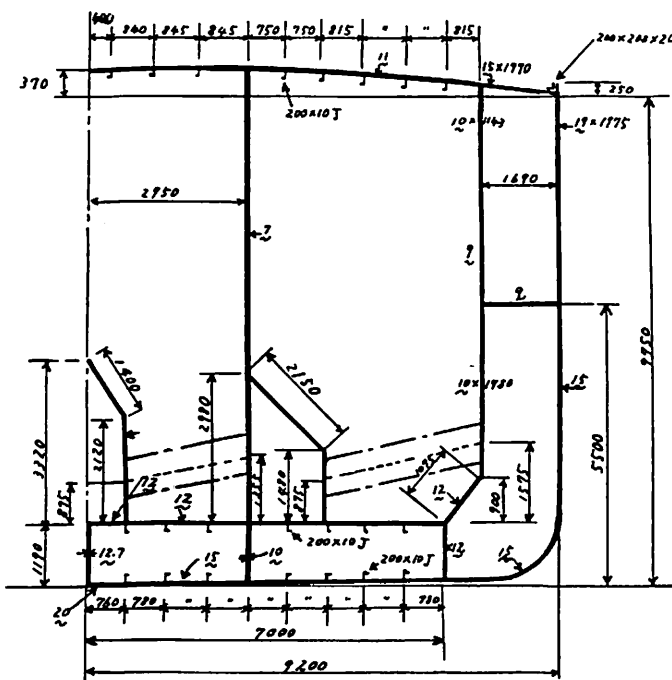


図11・2 セメント運送船の中央横断面

模型実験の開始に先立って熱応力計測のために次のごとき各種の予備実験を行なった。

(1) 歪ゲージの温度特性

市販の高温用歪ゲージが高温となったときに果して信頼できる値を示すかどうかの資料がなかったので、歪ゲージの温度特性を調べた。それは、

- (a) ゲージ自体の温度変化による抵抗変化
- (b) 台紙およびゲージと台紙との接着部の温度変化による伸縮がゲージに与える抵抗変化
- (c) ゲージを測定物に接着した部分の伸縮によるゲージの抵抗変化

などがどのような影響を及ぼすかを知るためである。本実験で読む歪の中にはこれらの影響が入っているので、予めこれらを調べておいてさしひかねばならないのである。そのための予備実験として、

- (i) 歪ゲージのみの温度特性
- (ii) 試験片に貼付したゲージの温度特性

などを別々に調べた。

実験装置は高温炉中に歪ゲージを入れ、その温度を数回徐々に上昇または下降させた。電源電圧の変動の影響を防ぐためにスタビライザーを用いた。

試験片に貼付したゲージでは上記の(a), (b), (c)が同時にわかることになる。試験片は180×22×1 (mm)のジ

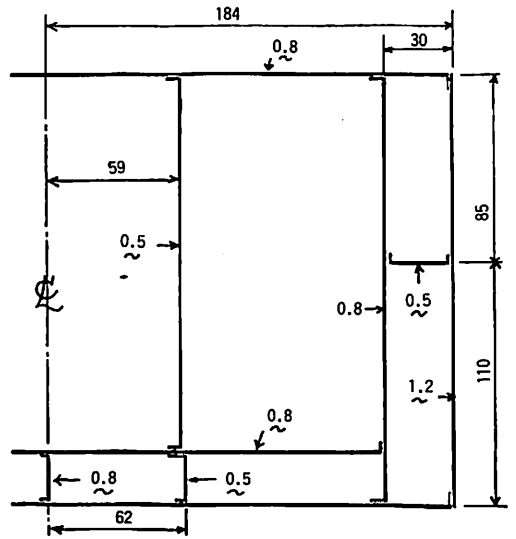


図11・3 模型の中央横断面

ュラルミン板を用い、ゲージは2方向のもの4枚、1方向のもの3枚をそれぞれ別の試験片に貼った。

予備実験の結果判明したことはゲージのみの温度変化による抵抗変化は各回ごとにかなり異なる傾向を示した。これは温度変化により台紙が変形し、それが次回に影響するためである。試験片に貼布したゲージでは比較的安定した抵抗変化がみられた。

(iii) リード線の長さによる抵抗変化

これも上と同時に調べるために、ゲージとスイッチボックスの間のリード線の長さを変えてみた。即ち各ゲージ共リード線としてコンスタンタン線、3 mおよび10 mの30芯のビニール線をつないでこのビニール線はまとめて高温炉中に入れておきゲージと同温度とした。

その結果2方向ゲージではゲージ長の長い方は温度の上下にて多少のヒステリシスはみられるがかなりまとまった傾向を示したが、ゲージ長の短い方は傾向および量的変化が大きく殆ど実用できないことが判明した。1方向ゲージはヒステリシスおよび回数による量的変化はみられるが実用できる程度であった。

リード線の相異による抵抗の差はかなり大きい。コンスタンタン線では長さによる抵抗変化はほとんどなかった。ビニール線は長くなれば抵抗増があるので、3 mと10 mのものより実験に使用する1 m当りの増加を求めて補正した。本実験でのリード線の長さは0.2 m程度である。

(2) 歪ゲージの防湿用コーティングの効果

模型実験では温度の昇降に温水、冷水を用いたのでゲージが水に浸ることになるので、ゲージおよびリード線

の先端を防湿のためコーティングをして、抵抗の低下および短絡を防ぐことにした。防湿用コーティングをすることにより絶縁抵抗が温水および水に浸っている時間によってどのように変化するかを調べる実験を行なった。

110×30×1 (mm) のジュラルミン板にゲージを貼ったもの4枚、ゲージを貼らないでリード線先端のみの防湿を調べるもの2枚を用意した。防湿用コーティングにはアララダイト6600 (100)、ハードナー951 (8)、チオコールLP-3 (100) を硝子クロスに塗布して用いた。()内は混合重量比を表わす。以上6枚の試験片をジャーに入れ温水を注入し気温から80℃の各温度でのリード線とアース線との間の絶縁抵抗を計測した。

この結果は各試験片共浸水時間の長さによる低下よりも温度の高いときの低下の方が大きく、75℃で最小9M Ω となった。

歪計で計測するときの有効最小絶縁抵抗は数M Ω となっており、また本実験では60℃以下の温水を用いるので、このような防湿用コーティングで応力計測にはさしつかえないことが判明した。

(3) 接着剤のせん断強度の温度変化

模型の接合部は水密を保つ必要からビスと接着剤とを併用した。接着剤には工業用セメダイン1560を用いた。構造の結合強度はビスにもたせてある。接着剤は補助的に接着強度を受け持つが、これは温度の上昇と共にそのせん断強度が低下することは周知であるが、量的にどの程度であるかが明らかでないので補助的に調べた。

ジュラルミンの板の真中部分を接着し、接着部にせん断力が作用するように引張試験を、28℃の気温中、水中0、20、40、60、80℃の各温度につき実験した。その結果によると最大せん断強度は水中に浸っているための変化は認められないが、温度の上昇と共に著しく低下することがわかった。ビスと接着剤を併用したときの接着強度は温度が高くなると殆どビスのみによって保たれていることが確認された。

以上のごとき予備実験の後模型実験を実施した。

模型の縦横の熱応力の計測のため一方ポリエステル・ゲージを丁字形に貼付した。前述のごとく2方向ゲージは予備実験で調べた結果、一方向の計測値がかなり不正確であるため一方ゲージを丁字形にしたものである。ストレイン・ゲージは合計136枚である。模型の大きさは1440×368×195 (mm) でこれを大きさ1800×770×300 (mm) の木製水槽中の約0℃の水水中に浮かべ倉内に温水を入れて歪を計測した。

内部温水を60℃以上にあげることは、防湿用コーティングの軟化によるストレイン・ゲージの計測値の誤差の

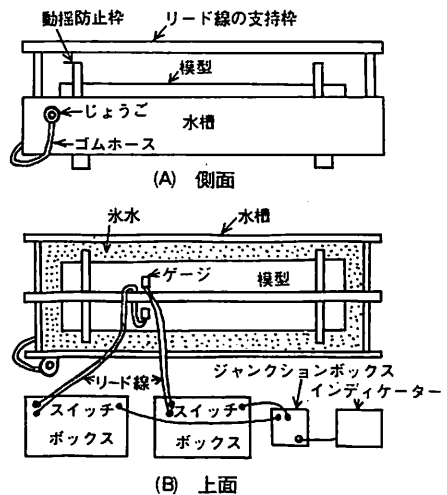


図11・4 模型実験の概略

増大、接着剤の強度低下、および熱応力の性質などより好ましくないので、倉内温水は60℃以下とし、内外温度差をできるだけ大きくして熱応力を大きくするため、外部の水は冷水とした。

内部温水の温度が変化しない短時間に多数の計測を行わねばならないので、注水、排水および水の補給などによる模型の動揺を防止するため、動揺防止枠を取付けた。この枠による応力変化はなかった。またストレイン・ゲージのリード線、注排水および水位調節用のビニール・パイプなどが模型応力に影響しないように支持木枠を水槽に取付けた。これら模型実験の概要を図11・4に示してある。

歪および温度の測定時間中に倉内水位を一定に保ち、また温水を各倉へ同時に注水および短時間の排水のため各倉にビニール・パイプを取りつけた。各パイプの先端を水平に並べて木枠に取付けて水位を調節した。

模型実験においては歪の計測前後にて、

気温、外部水温、内部温水温度、模型の各部温度などを計測した。模型の各部温度はサーミスター温度計を用いたが、他は棒状温度計を用いた。

温度補償用ゲージは200×20×1 (mm) のジュラルミン板に計測ゲージと同じものを貼付し、模型における同じ防湿用コーティングをほどこし、30芯のビニール・コード3mを接続した。このゲージはスイッチ・ボックスの数と同じ7個を全部0℃に保った容器内に入れた。

内部温水の温度および量は独立に変化させた。即ち、
内部温水温度……約20、40、60 (℃)

内部温水量………2/4、3/4、4/4 (満水)

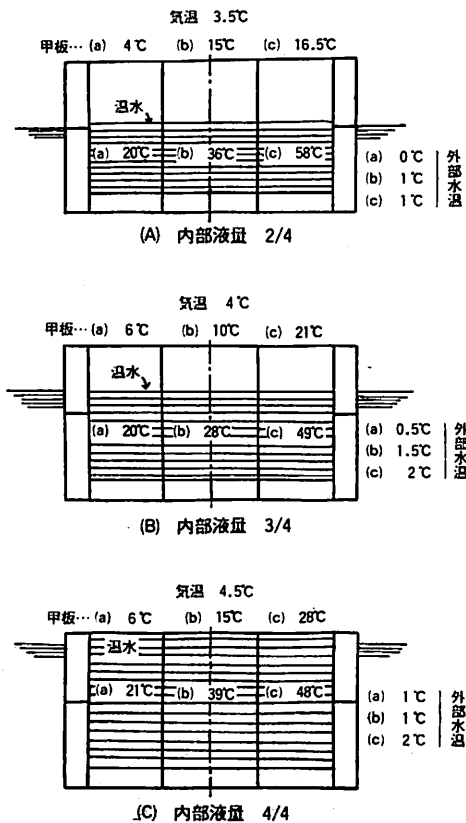


図11-5 実験時の内部温水量と各部温度

のごとく変えた。外部水温はほぼ0°Cに保つように適時水を補給してかきまぜた。

実験時の内部温水量と各部の温度の計測結果を図11-5に示す。

模型実験により計測された歪より模型の真の熱歪を求めるには次の修正が必要である。

(a) ゲージおよびリード線の温度変化による抵抗の変化

(b) 熱以外の内外水圧による歪の除去

(c) 歪計の零点移動

この中でa)に関しては任意に選んだゲージにつき予め温度特性を調べておき、その平均曲線を予備実験より求めて置いて、それをを用いて修正した。

(b)の内部温水と外部冷水の水圧荷重による縦、横および局部歪によるものは熱応力には関係ないので除去する必要がある。そこで上記の内部温水の量および温度変化による歪を計測する中間で、外部水温と同じ水を倉内に同量入れて歪を計測し、内部に温水を入れた場合の歪より差し引いて修正した。

(c)について、歪計は測定開始前の無荷重の状態では平衡を保っておき、実験測定終了後再び同じ状態にもどしたとき完全には零点にはもどらなかった。その原因の確定的なことはわからなかったが、その量は大きくなかったので、実験の開始と終了の間に直線的平衡がくずれたものとみなしてそれだけの修正を行なった。

●ケミカルタンカーの設計・建造・運航・保守にいたる全てを網羅した決定版技術資料●

ケミカルタンカーの貨物対象品には、多くの有害液体物質がある。海洋汚染防止条約の発効(1986年10月)も近い。船舶の中でも高度の技術知識を必要とするケミカルタンカーの全ての領域をカバーした決定版技術解説書である。

恵美洋彦・曾根 紘・角張昭介 共著

「ケミカルタンカー」

「続・ケミカルタンカー」

B 5版 300頁 5000円

B 5版 424頁 7500円

(※ご注文は当社に直接お願いします。送料は当社負担致します。)

<内容>

- 第1章 ケミカルタンカーの概要
- 第2章 ケミカルタンカーに対する各種規則の概要
- 第3章 ケミカルタンカーの一般計画と損傷時復原性
- 第4章 危険化学品概論
- 第5章 ケミカルタンカーの船体構造及び貨物タンク
- 付録 化学品名の索引

<内容>

- 第6章 貨物用諸装置
- 第7章 防火、消火および防爆
- 第8章 人身保護・安全装具
- 第9章 材料・溶接・腐食
- 第10章 オペレーション及び保守
- 付録 最低要件一覧表、危険性評価基準、他資料15篇

● 運 載 ●

冷 凍 運 搬 船 < 22 >

— Reefer —

角 張 昭 介・椎 原 裕 美

6・1・4 冷蔵倉内甲板に加わる熱応力

漁獲物運搬船や漁船等においては、図6・10(a)及び(b)に示されるような急速凍結室 (Fish Quick Freezing Room) を冷蔵倉の上に設ける場合が多く、この場合、同図に示されるように急速凍結室床面甲板はアスファルトセメント等の防熱効果の無い床面材が塗られることが多い。

一方、通常の冷凍運搬船の場合でも、一つのホールドまたは、その中の2,3の区画 (Chamber) を合わせて、一つの独立した温度コントロール区画とする場合も多く、この場合には、その間の中間デッキは非防熱または、下面のみ防熱の片面防熱で設備されることが多く、これらの中間デッキは、甲板が低温 (ほとんど、倉内温度近くまで冷やされる) に曝されるために生ずる熱応力も大きくなる。

低温に曝されるこれらの甲板に実際にどの程度の熱応力及び歪がどの様に生じるか図6・10に示される急速凍結室床甲板の実測及び解析例を以下に示す。図6・11に、同上床甲板上の温度及び歪計測の行なわれた計測点を示

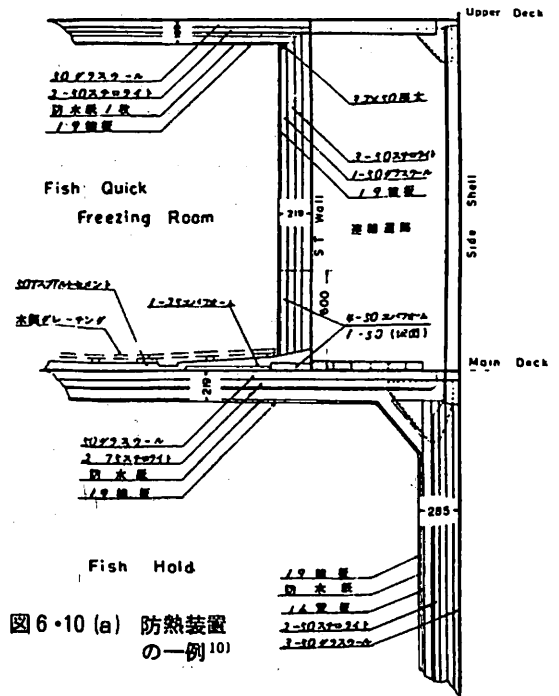


図6・10(a) 防熱装置の一例¹⁰⁾

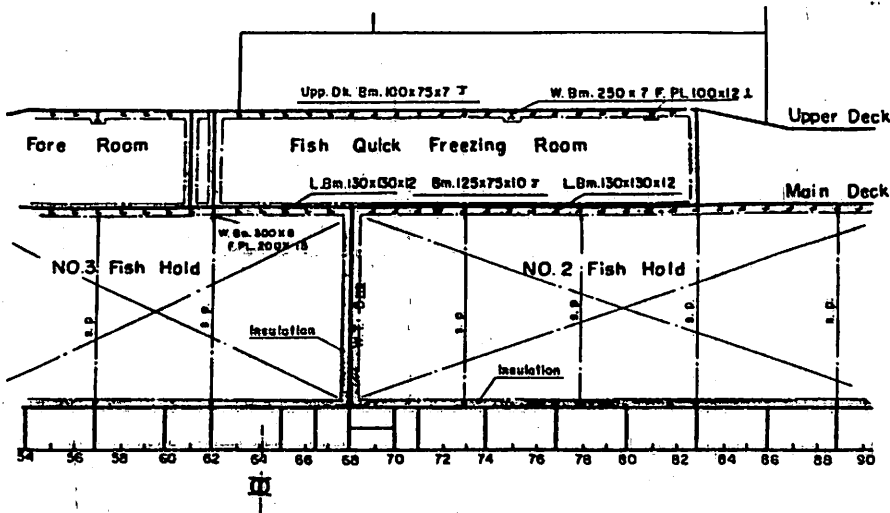


図6・10(b) 急速凍結室を有する冷凍運搬船の一例¹⁰⁾

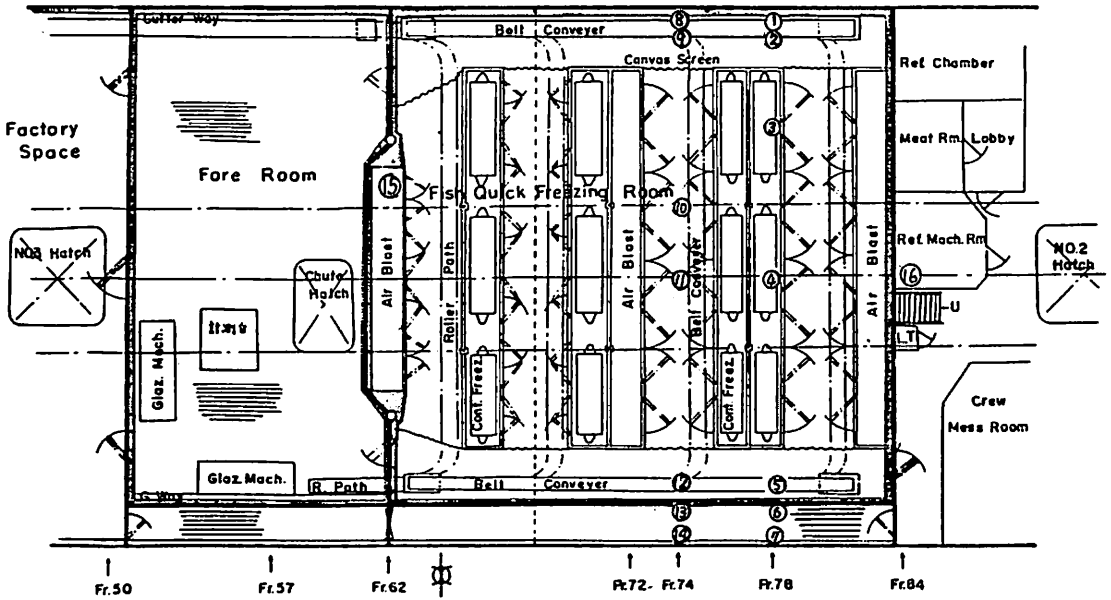


図6・11 歪計および温度計貼布位置(○内の数字は計測点番号を示す) 10)

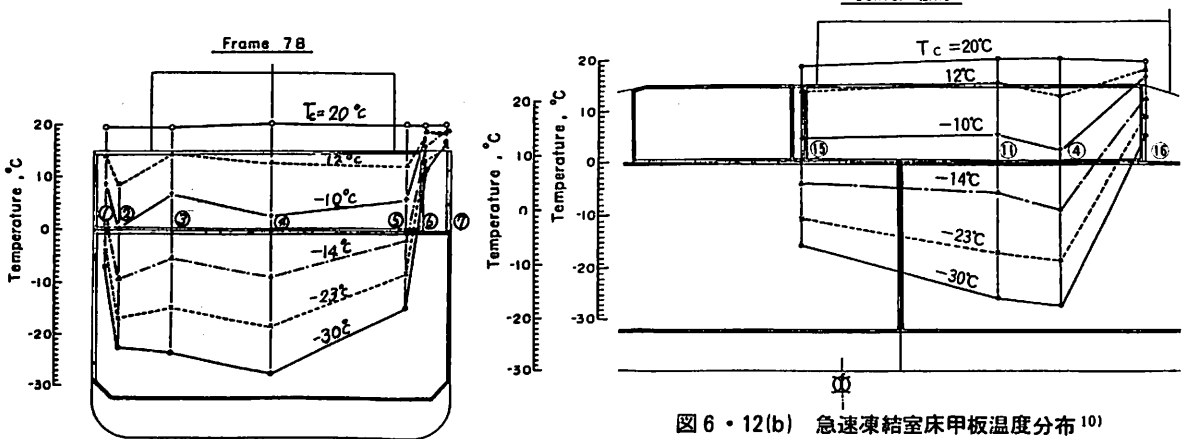


図6・12(b) 急速凍結室床甲板温度分布 10)

図6・12(a) 急速凍結室床甲板温度分布 10)

す。

図6・12(a)及び(b)に甲板面の温度計測結果を示す。計測は冷蔵倉及び急速凍結室のクーリング・ダウン (Cooling down) 中に行なわれ、図中の T_c の値が急速凍結室の室温を表わしている。甲板温度は外板近傍で急速に低温に変化し、当然のことながら、外気温度の影響の少ない倉内中央部付近の甲板温度が一番低い値を示し、ほとんど室温と変わらない温度にまで冷やされている。

図6・13(a), (b)及び(c)にFr. No. 78上における床甲板の熱歪歪を無冷却の状態を0として急速凍結室温度及びその下にある冷蔵倉のクーリング・ダウン中の温度に沿って示す。座標軸としては、船の長さ方向に x 方向、船の横(幅)方向に y 方向を取り、図中に示される番号が図6・11中の測定点番号を表わしている。図6・14(a)

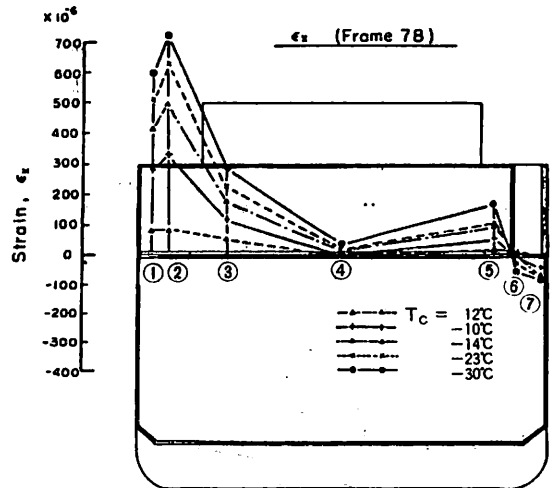


図6・13(a) 急速凍結室床甲板に生じた熱歪分布 10)

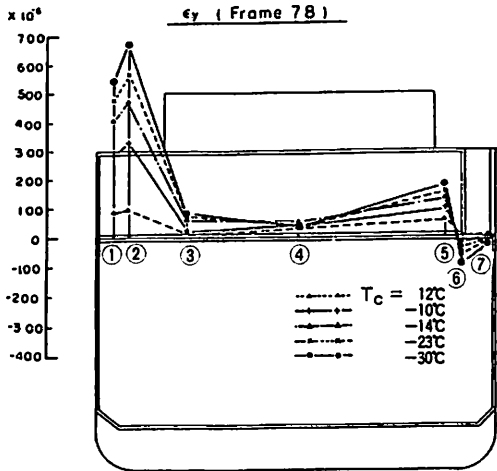


図6・13(b) 急速凍結室床甲板に生じた熱歪分布¹⁰⁾

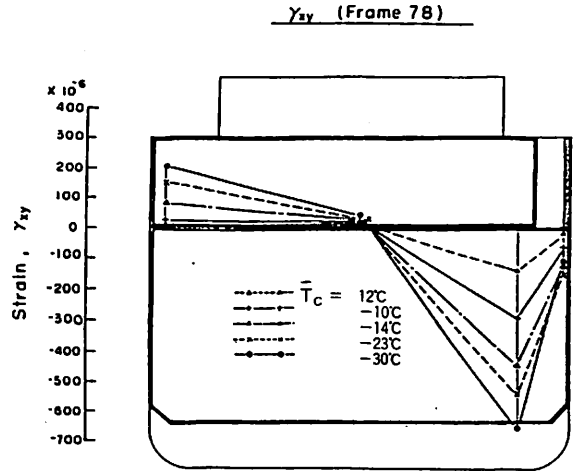


図6・13(c) 急速凍結室床甲板に生じた熱歪分布¹⁰⁾

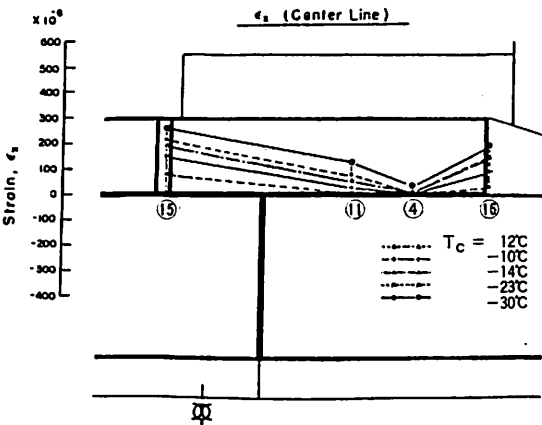


図6・14(a) 急速凍結室床甲板に生じた熱歪分布¹⁰⁾

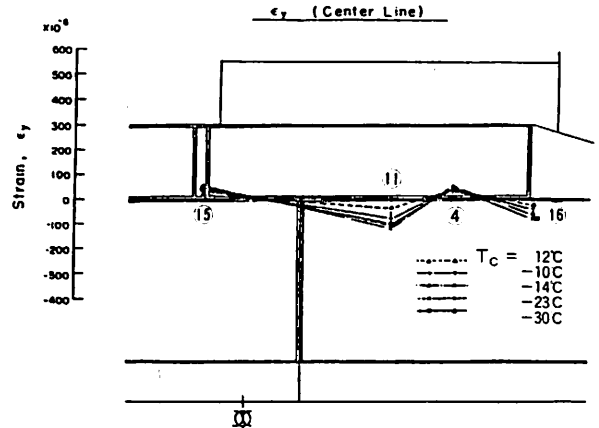


図6・14(b) 急速凍結室床甲板に生じた熱歪分布¹⁰⁾

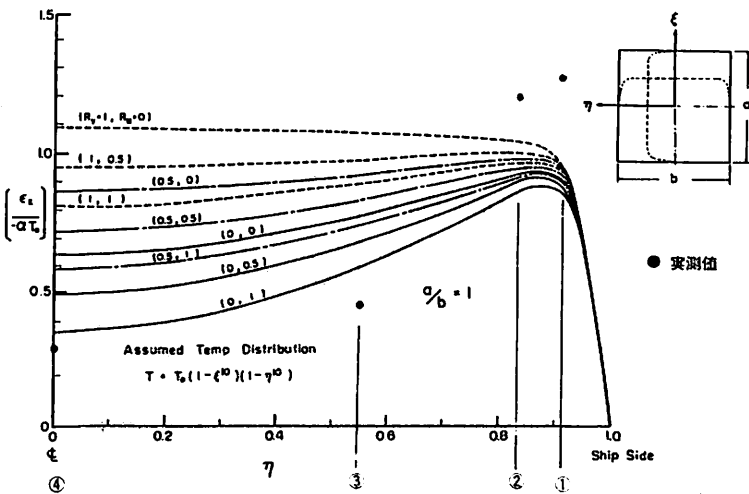


図6・15 冷蔵倉甲板に生じる熱応力解析結果と実測値の比較¹⁰⁾

及びb)に船の中心線上での結果を示す。

甲板に生じる熱応力(図6・13及び図6・14では歪量で示してある)は船体の外板及び隔壁からの拘束の度合いによって異なり、低温に冷やされたことによる甲板の縮み量を、拘束が無いものとして逃がすことができれば熱応力は生じないことになる。反面、周囲が完全剛体で拘束されたとすれば縮み量そのままに熱応力も大きなものとなり、当然、低温になるほど大きくなる。

図6・13に示された歪量は、Fr.No 68の甲板下の冷蔵倉には、隔壁が存在し、同甲板の横方向の伸縮を拘束しているのに対して、長さ方向では、横方向に比べて、船倉間の隔壁の距離も長いので比較的自由に伸縮できる構造と

なっていることから、船の長さ方向の拘束が少なく、横方向の拘束が比較的大きな場合に相当している。この場合 ϵ_x, ϵ_y とも外板から少し離れた部分にピーク値が存在し、甲板中央部に行くに従って緩和されていくことがわかる。

以上の結果をティモシェンコ (Timoshenko⁹⁾) の方法を用いた二次元応力解析によって甲板を簡単な前後及び左右対称な長さがそれぞれ a, b の矩形平板として解析した結果と比較したのが図 6・15 である。図 6・15 は船の横方向に甲板の長さ方向の歪 ϵ_x の分布を示したものであり、この中の R_u 及び R_v は、それぞれ長さ方向、横方向の甲板の拘束係数であり、完全剛体拘束の場合が 0、自由伸縮の場合が 1 に相当し、長さ方向の拘束が小さく ($R_u = 1$)、横方向の拘束が大きいく ($R_v = 0$) の場合において、図 6・13(a) に示された結果と類似の傾向となっている。

解析では、甲板を近似した矩形平板が低温に冷やされて生じる熱応力を次の 2 つの応力、つまり、矩形平板内の微小要素 (d_x, d_y) の熱による自由伸縮を外部から完全拘束した場合によって生じる応力⁽¹⁾と、その外部拘束力を打ち消すために作用させた Body Force (x, y) によって生じる応力⁽²⁾を重ね合わせたものとして求める。前者は

$$\sigma_x^{(1)} = \sigma_y^{(1)} = -\frac{\alpha E T}{1-\nu}, \quad \tau = 0 \quad (6.4)$$

で表わされる。 α は当該鋼板の熱膨張係数、 E はヤング率、 ν はポアソン比、 T は温度を示す。後者の Body Force (x, y) は微小要素の平衡条件により、次の関係を満足する。

$$\left. \begin{aligned} X &= -\left(\frac{\alpha E}{1-\nu}\right) \left(\frac{2}{a}\right) \left(\frac{\partial T}{\partial \xi}\right) \\ Y &= -\left(\frac{\alpha E}{1-\nu}\right) \left(\frac{2}{b}\right) \left(\frac{\partial T}{\partial \eta}\right) \end{aligned} \right\} \quad (6.5)$$

ただし、 $\xi = \frac{x}{a/2}, \eta = \frac{y}{b/2}$ とする。

この Body Force によって生じる応力について、矩形平板の二次元応力解析を行なうため、ここで簡単のために、初めに一様に 0°C であった矩形平板温度が、次の様な温度分布に変形したものとす。

$$T(\xi, \eta) = T_0(1 - \xi^p)(1 - \eta^q) \quad (6.6)$$

ここに T_0 は矩形平板中央 ($\xi = \eta = 0$) の温度変化を示し、 p, q は定数である。 $p = q = 10$ の場合、図 6・12(a) に示される温度分布に近似できる。

次に矩形平板の x 方向及び y 方向それぞれの面内変位 u, v を次のように仮定する。

$$\left. \begin{aligned} u &= -A \sin \pi \xi \cos \frac{\pi}{2} \eta + R_u \cdot u^* \sin \frac{\pi}{2} \xi \cos \frac{\pi}{2} \eta \\ v &= -B \cos \frac{\pi}{2} \xi \sin \pi \eta + R_v \cdot v^* \cos \frac{\pi}{2} \xi \sin \pi \eta \end{aligned} \right\} \quad (6.7)$$

この場合、(6.7) 式のそれぞれの第一項は A 及び B を未定係数として、周辺を完全剛体として拘束された場合の面内変位を表わし、第二項は周辺の拘束弛緩によって与えられる変位を表わしている。 R_u および R_v はそれぞれ x 方向 (船の長さ方向) 及び y 方向 (船の横方向) の拘束係数で完全剛体拘束の場合が 0、自由伸縮の場合が 1 で表わされる。 u^* 及び v^* は次のように定義する。

$$\left. \begin{aligned} u^* &= \frac{a}{2} \int_0^1 [\alpha T]_{\eta=0} d\xi \\ v^* &= \frac{b}{2} \int_0^1 [\alpha T]_{\xi=0} d\eta \end{aligned} \right\} \quad (6.8)$$

(6.5) 式に (6.3) 式の温度分布を用いると、

$$\left. \begin{aligned} u^* &= \frac{a}{2} \alpha T_0 \frac{p}{p+1} \\ v^* &= \frac{b}{2} \alpha T_0 \frac{q}{q+1} \end{aligned} \right\} \quad (6.9)$$

従って、(6.7) 式の第二項は当該甲板の周辺の構造による拘束状態によって左右され、周辺の拘束条件が拘束係数 R_u, R_v として与えられれば、求められることとなる。

いま、仮想変位の原理を用いれば、

$$\int_{-1}^1 \int_{-1}^1 (X \delta u + Y \delta v) d\xi d\eta - \int_{-1}^1 \int_{-1}^1 \delta U_0 d\xi d\eta = 0 \quad (6.10)$$

の関係が成立する。 U_0 は単位体積当りの歪エネルギーを表わし、次式で与えられる。

$$U_0 = \frac{E}{2(1-\nu^2)} (\epsilon_x^2 + \epsilon_y^2 + 2\nu \epsilon_x \epsilon_y) + \frac{E}{4(1+\nu)} \tau_{xy}^2 \quad (6.11)$$

さらに、面内歪 $\epsilon_x^{(1)}$ 、 $\epsilon_y^{(1)}$ 及び $\tau_{xy}^{(1)}$ は次の関係に従って求まる。

$$\epsilon_x^{(1)} = \frac{\partial u}{\partial x}, \quad \epsilon_y^{(1)} = \frac{\partial v}{\partial y}, \quad \tau_{xy}^{(1)} = \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \quad (6.12)$$

従って、以上の関係から (6.7) 式の未定係数 A 及び B は次のように求められる。

$$\left. \begin{aligned} A &= \frac{k_2(M-C) - k_3(N-D)}{k_1 k_2 - k_3^2} \\ B &= \frac{k_1(N-D) - k_3(M-C)}{k_1 k_2 - k_3^2} \end{aligned} \right\} \quad (6.13)$$

この時、

$$k_1 = \frac{\pi^2}{1-\nu^2} \frac{b}{a} + \frac{\pi^2}{8(1+\nu)} \frac{a}{b}$$

$$k_2 = \frac{\pi^2}{1-\nu^2} \frac{a}{b} + \frac{\pi^2}{8(1+\nu)} \frac{b}{a}$$

$$k_3 = \frac{16\nu}{9(1-\nu^2)} + \frac{8}{9(1+\nu)}$$

$$\left\{ 2\frac{a}{b} + (1-\nu)\frac{b}{a} \right\}$$

$$C = -\frac{\pi a \alpha T_0}{6(1-\nu^2)} \left[R_u \frac{p}{p+1} \left\{ 2\frac{b}{a} + (1-\nu)\frac{a}{b} \right\} + R_v \frac{q}{q+1} (1+\nu)\frac{b}{a} \right]$$

$$M = \frac{b \alpha T_0}{2(1-\nu)} p I(p) J(q)$$

$$N = \frac{a \alpha T_0}{2(1-\nu)} q I(q) J(p)$$

$$D = -\frac{\pi b \alpha T_0}{6(1-\nu^2)} \left[R_u \frac{p}{p+1} (1+\nu)\frac{a}{b} + R_v \frac{q}{q+1} \right]$$

$$I(p) = \int_{-1}^1 \xi^{p-1} \sin \pi(1+\xi) d\xi$$

$$J(q) = \int_{-1}^1 (1-\eta^q) \sin \frac{\pi}{2}$$

$$(1+\eta) d\eta$$

その結果、矩形平板(甲板)の温度分布を表わす定数 p, q の値と、矩形平板の拘束係数 R_u, R_v が与えられれば、応力⁽¹⁾による矩形平板(甲板)の歪は(6・12)式によって求められる。

一方、応力⁽¹⁾による矩形平板の歪は(6・4)式から

$$\begin{aligned} \epsilon_x^{(1)} &= -\alpha T, \quad \epsilon_y^{(1)} = -\alpha T, \quad \gamma_{xy}^{(1)} = 0 \\ &\text{で与えられる。} \end{aligned} \quad (6 \cdot 14)$$

従って、矩形平板に発生する熱応力によって生じる歪は、

$$\begin{aligned} \epsilon_x &= \epsilon_x^{(1)} + \epsilon_x^{(0)}, \quad \epsilon_y = \epsilon_y^{(1)} + \epsilon_y^{(0)}, \\ \tau_{xy} &= \tau_{xy}^{(0)} \end{aligned} \quad (6 \cdot 15)$$

として求められる。

図6・15では、 $a=b$ の矩形平板として、温度分布は図6・12(a)に示されるように平板縁近傍で急激に変化して、平板縁で外気温度、中央で凍結室温となるものとして、 $p=q=10$ で近似した結果が示されている。拘束係数 R_u, R_v については、当該甲板の周囲の構造状態によって決められるが、図6・15ではそれぞれに完全剛体拘束、自由伸縮及びその中間として0, 0.5, 1の場合についての結果を示してある¹⁰⁾。応力値は

$$\left. \begin{aligned} \sigma_x &= \frac{E(\epsilon_x + \nu \epsilon_y)}{(1-\nu^2)}, \\ \sigma_y &= \frac{E(\epsilon_y + \nu \epsilon_x)}{(1-\nu^2)} \end{aligned} \right\} (6 \cdot 16)$$

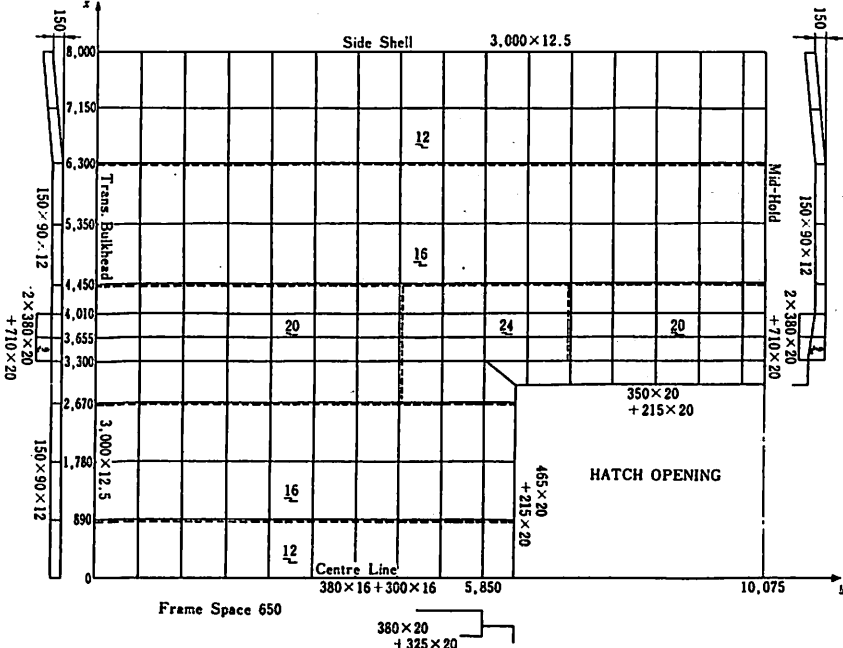


図6・16 冷蔵倉内中間甲板構造解析モデル¹¹⁾

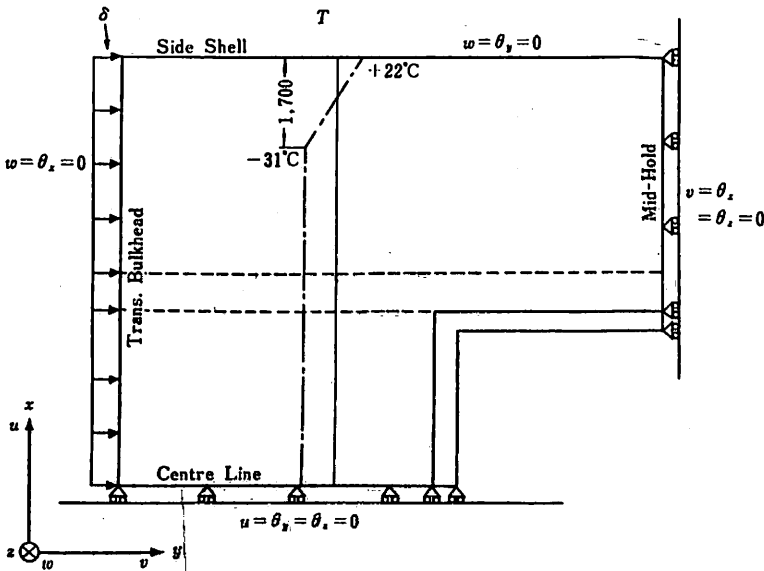


図6・17 冷蔵倉内中間甲板構造解析のための荷重及び周囲条件¹¹⁾

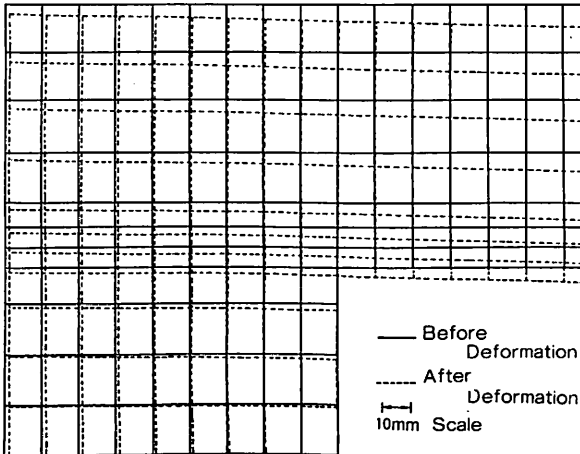


図6・18(a) 冷蔵倉内中間甲板の変形量¹⁰⁾

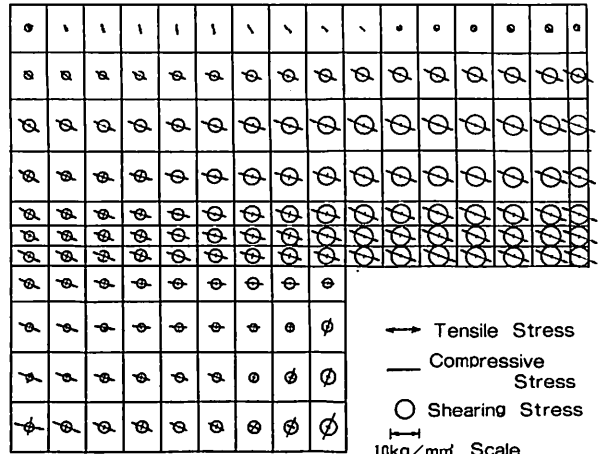
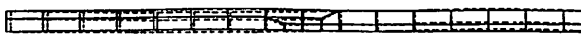
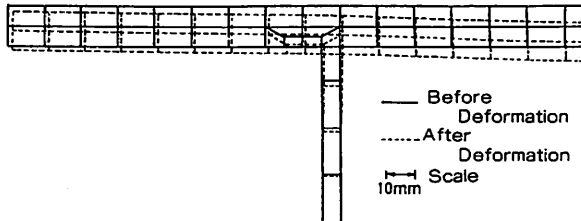


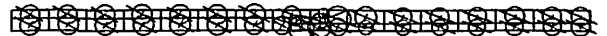
図6・18(b) 冷蔵倉内中間甲板の応力分布図¹⁰⁾



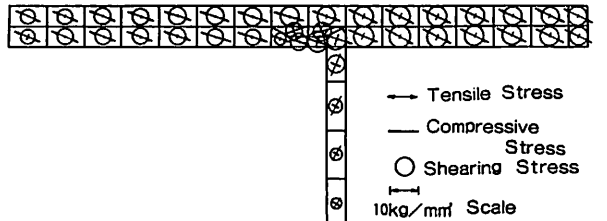
(a) ボックスガーダー腕部材及び内部に生じる熱変形量



(b) ボックスガーダー表面及びハッチ緑桁材表面に生じる熱変形量



(c) ボックスガーダー腕部材及び内部に生じる熱応力



(d) ボックスガーダー表面及びハッチ緑桁材表面に生じる熱応力

図6・19 甲板付桁材の変化及び応力分布図¹¹⁾

として求めればよい。

図6・15の結果から、船倉横断面を取った場合の急速凍結室床面甲板及び冷蔵倉中間デッキ非防熱及び片面防熱甲板等の応力(歪)分布は船体構造による甲板の拘束度にもよるが、外気温度の影響の大きい外板部から倉内部に行くに従って急激に応力値を増し、外板近傍においてピーク値を取り、中央部に行くに従って緩和される傾向が実船計測結果及び簡単な二次元熱応力解析結果によって示され、その応力値も(6・16)式によって求めるとかなり高く、他の計測データ¹¹⁾とも合わせて判断すると、 -30°C 程度の場合高い所で $10\sim 15\text{kg}/\text{mm}^2$ 程度の応力が作用しているものと考えられる。従って、特に船側外板や横置隔壁と非防熱または片面防熱の甲板との接続部の溶接継手及び肋骨等の溶接には特に注意が必要であることが判る。

別の解析例として図6・16に示されるように、冷蔵倉内中間デッキをモデル化し、図6・17に示すように甲板の拘束条件を定めた場合において、実際の甲板温度を基にFEM(Finite Element Method)解析した結果が図6・18(a),(b)である。同時に甲板桁についての結果が図6・19(a),(b),(c),及び(d)である。又倉口の所での横断面

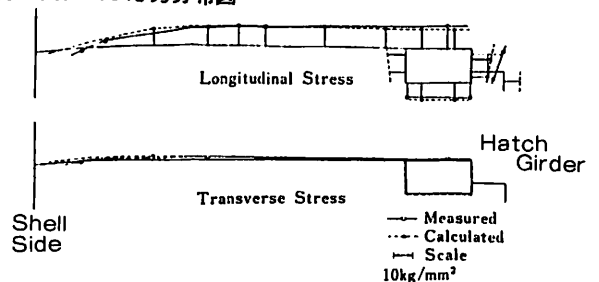


図6・20 甲板の応力分布に於る解析結果及び実測値の比較¹¹⁾

における甲板の応力状態を示したのが図6・20である¹⁰⁾。

これらの結果からも、非防熱中間デッキにおいては、許容応力を超える熱応力が作用することがわかり、先に述べた如く、鋼材の選定は言うに及ばず、溶接欠陥の無い工事が必要となると同時に、応力の高くなる部分には防熱工事や応力を逃す設計が必要となる。

参考文献

9) S. Timoshenko & J.N.Goodier : Theory of Elasticity, 2nd Ed (P.424), McGraw Hill, 1951
 10) 日本海事協会技術研究所研究報告No 67-139, 未公表
 11) 池田, 大八木, 湯浅他: 日本海事協会会誌No 173

●続・液化ガスタンカー〈12〉

液化ガスタンカーの重要な損傷・故障

および人間エラーについて

〈その1〉

恵 美 洋 彦

液化ガスタンカーは、火災爆発、毒性障害あるいは大破壊のように大きな貨物災害を招く危険のある貨物を大量に貯蔵・移送する船舶である。故に、安全性については、万全の配慮を必要とする。貨物災害の発生原因は、構造設備の損傷・故障や貨物取扱いにおける人間エラーである。(以下、これらを重要欠陥事象という)したがって、重要欠陥事象の発生防止が安全対策の第一の手段である。次いで、重要欠陥事象が発生しても、災害に至ることのないような対策を講ずるのが第二の手段となる。

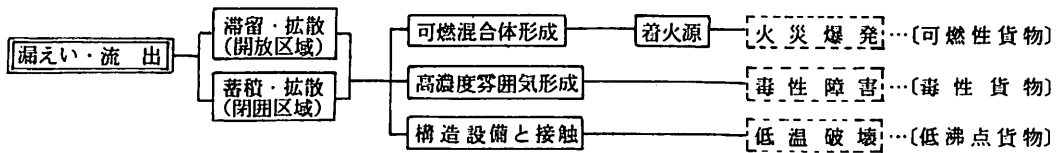
液化ガスタンカーの安全性の検討、安全設計・計画等において、どのような重要欠陥事象が発生し得るかを知らねば、必要不可欠と考えられる。

本報は、このような目的でもって、液化ガスタンカー

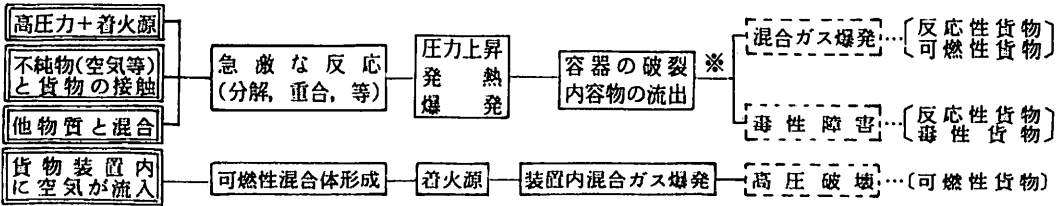
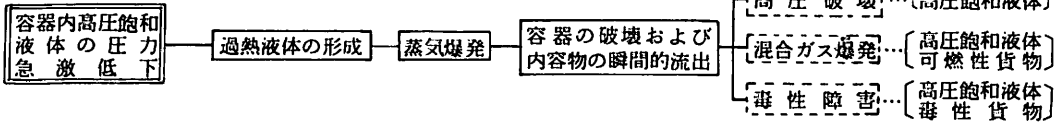
における類型的な重要欠陥事象について調査・予測した結果を報告する。調査にあたって、参照した主要な事故災害記録は、液化ガスタンカー¹⁾のほか、油タンカー^{2) 3)}、液化ガス等の陸上設備^{4) 5) 6) 7)}である。(ほかは、個々の事例で引用文献を示す)

なお、重要欠陥事象の発生確率も、安全性/危険性評価、安全対策等において知る必要がある。発生確率の予測には、統計的なデータを必要とする。しかし、そのようなデータは極めて少ない。したがって、本報では、類型的な重要欠陥事象をリストアップするのを主たる目的とし、発生確率については、可能な範囲で予測するに留めた。なお、発生率は、特にことわらない限り、年間(Y⁻¹)または事象(E⁻¹)当たり発生数で表わす。

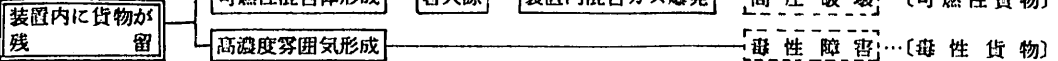
漏えい・流出型



瞬間破壊型



貨物残留型



※ 漏えい・流出型や蒸気爆発災害を併発

□ ; 貨物災害発生の一次原因

□ ; 一次原因から災害に至る中間事象

□ ; 貨物災害の種類

() ; 発生危険を有する貨物の種類・状態

図1 液化ガスタンカーの貨物災害の発生形態

1. 重要欠陥事象の定義・分類

前述のように、重要欠陥事象とは、貨物災害の発生に重要な役割りを果たす損傷・故障または人間エラーをいう。したがって、欠陥事象ではあるが、著しい怠慢や故意の行動がなければ、實際上、貨物災害の発生には至らない事象は含めない。

貨物災害の発生形態を示すと、図1⁸⁾のようになる。重要欠陥事象は、この図に示す一次原因または中間事象を引き起こす損傷・故障または人間エラーであるといえる。即ち、

- (1) 災害発生の一次原因を招く要因となる欠陥事象
 - (a) 貨物の漏えい・流出の原因となる損傷・故障または人間エラー
 - (b) 容器内高圧飽和液体の圧力急激低下を招く損傷
 - (c) 急激な反応を発生させる事象（高圧力、不純物等との接触/混合等）の発生源となる欠陥事象
 - (d) 貨物と空気（酸素）を混合させるような損傷・故障または人間エラー

- (2) 着火源の存在/発生をもたらす欠陥事象
- (3) 漏えい・流出事故発生時に災害への発展/拡大を防止するための設備や対策（安全設備、緊急対策等）の損傷・故障または人間エラー

このうち、圧倒的に多いのは、(1)(a)の漏えい・流出を招く欠陥事象である。

本報では、このような重要欠陥事象を次に示す分類に従ってリストアップする。

外的要因：衝突・接触、座礁、沈没、転覆、近接火災等によるタンク破壊、防熱損傷、過大な熱侵入（内圧上昇・貨物放出要因）

貨物格納設備の構造的要因：
タンク破壊、防熱損傷、二次防壁損傷、ホールドスペース囲壁損傷、その他

貨物用諸装置の構造的要因：
管系統、貨物弁、圧力逃し弁、ポンプ・圧縮機、各種容器・熱交換器、その他

人間エラー：
人間エラー単独で貨物災害の一次原因と

表1 災害影響の分類

分類記号	災害の影響	参考
A	故意あるいは怠慢で放置しておかなければ災害に至らない	$W_R < 0.05 \text{ kg/s}$
B	軽微な人身事故や僅かの期間の運航停止をもたらす災害	$W_R < 5 \text{ kg/s}$
C	人間に対して重大な障害、船舶に対して長期間の運航停止あるいは周囲環境に対して重大な影響をもたらす災害	$W_R < 200 \text{ kg/s}$
D	多数の死亡事故や重大な人身障害、船舶の全損、あるいは周囲環境に対して脅威的影響をもたらす災害	$W_R > 250 \text{ kg/s}$

注：低温式LPG船、LNG船等で貨物が開放区域に、数分程度未満の間、連続的に流出したときの災害規模による。
 W_R は、貨物（プロパン）の流出速度を表わす。

表2 災害発生確率の分類

分類記号	発生確率（対象船舶当たり）	参考
1	實際上、発生しないと考えられる災害 ($P < 10^{-7}/Y$)	原子炉でおおよそ900人の死者を生ずる災害の発生確率 = $10^{-8}/Y \cdot \text{炉}$ (ラムッセン報告)
2	極めて稀ではあるが発生を予測し得る災害 ($10^{-7}/Y < P < 10^{-4}/Y$)	一般家庭におけるLPガス火災爆発発生率 = $2.5 \times 10^{-5}/Y \cdot \text{戸}$ (昭和50年)
3	発生確率の小さい災害 ($10^{-4}/Y < P < 10^{-2}/Y$)	船舶の機関室火災の発生率 = $4 \times 10^{-3}/Y \cdot \text{隻}$
4	比較的発生確率の高い災害 ($P > 10^{-2}/Y$)	タンカーの重大海難*発生率 = $1.75 \times 10^{-2}/Y \cdot \text{隻}$

* 自行不能、全損あるいは海洋汚染を招く結果に至る海難事故

表3 タンカーの重大海難の統計

船種	調査対象船隻数 (年・隻)	座礁件数 (発生率%)	衝突件数 (発生率%)	船体損傷件数 (発生率%)	機関室浸水件数 (発生率%)
タンカー	39,245	223 (0.57)	155 (0.39)	196 (0.5)	25 (0.06)
兼用船	3,748	8 (0.21)	8 (0.21)	24 (0.64)	1 (0.03)
液化ガスタンカー	998	1 (0.1)	1 (0.1)	2 (0.2)	0 (0)
合計	43,991	232 (0.53)	164 (0.37)	222 (0.5)	26 (0.06)

注：重大海難とは、水線下外板破孔、主機関停止、人命の損失、海洋汚染、曳船やその他の陸上からの救援が必要な海難、全損をいう。1万DWT以上の船舶の1968年ないし1979年の12年間の記録⁹⁾。

表4 液化ガスタンカーの重大事故発生件数

事故	LNG船	LPG船	合計	発生率*1
航行中の衝突	2	10	12	4×10^{-3}
係船中の衝突	1	6	7	2.3×10^{-3}
岸壁、栈橋等との衝突	1	6	7	2.3×10^{-3}
座礁	2	12	14	4.7×10^{-3}
船上爆発/火災*2	4	11	15	5×10^{-3}
貨物の流出事故	1	1	2	6.7×10^{-4}

"Lloyd's Shipping Economist Aug. 1982" および "Lloyd's List, Aug. 14, 1982" による1964ないし1981年の間に就航した246隻の記録に基づいた。

*1 総就航年・隻=3,000と推定して求めた年間発生率

*2 貨物バント開口端における落雷等による着火火災を含む。この範ちゅうの事故の多くは、この種の火災と推定される。

表5 液化ガスタンカーと油タンカーの海難事故による貨物流出機会の比較

	全ての事故*1 に対する貨物流出事故の比率	全ての厳しい海難事故*1 に対する大量の貨物流出事故の比率	全損の結果として、大量の貨物流出に至る割合
油タンカー	1 : 9 *2	1 : 6 *3	1 : 3 *4
液化ガスタンカー	1 : 150 *5	1 : 22 *6	—

(D. R. Lyon et al, Port Planning and Management Aspects of the Safe Shipment of LNG and LPG, Gastech '81による)

*1 事故には、衝突、座礁、火災等を含む

*2 Lloyd's List に基づくUSCGの調査：452/3183 (≥ 3,000DWT)

Tanker Advisory Centre : 234/3089 (≥ 6,000DWT)

*3 大量の油流出 17/74 : 1979, 5/38 : 1980 (Lloyd's Shipping Economist)

*4 油流出 14/25 : 1979, 5/25 : 1980 (≥ 10,000 DWT) (同上)

*5 貨物流出/海難事故 2/285 : 1964 ~ 1979 (≥ 10,000 m³) (Poten and Partness Inc. "Liquefied gas ship safety" May 1980)

*6 貨物流出/厳しい海難事故 2/44。同上の文献による。

表6 液化ガスタンカーの事故災害の年間発生率*1

船種	事故の種類	衝突	接触	火災爆発*2	沈没	座礁/難破	船体/機関*4
LNG船	全損	0	0	0	0	0	0
	重損	0	0	0	0	10.59×10^{-3}	2.65×10^{-3}
	小計	0	0	0	0	10.59 "	2.65 "
	死者数*3	0	0	0	0	0	0
LPG船	全損	0.36×10^{-3}	0	0.72×10^{-3}	1.43×10^{-3}	1.79×10^{-3}	0
	重損	1.08 "	0.36×10^{-3}	3.58 "	0.36 "	2.51 "	9.32×10^{-3}
	小計	1.43 "	0.36 "	4.30 "	1.79 "	4.30 "	9.32 "
	死者数*3	0	0	2.87 "	0	0	0
LNG船 + LPG船	全損	0.32×10^{-3}	0	0.63×10^{-3}	1.26×10^{-3}	1.58×10^{-3}	0
	重損	0.95 "	0.32×10^{-3}	3.16 "	0.32 "	3.47 "	8.52×10^{-3}
	小計	1.27 "	0.32 "	3.79 "	1.58 "	5.05 "	8.52 "
	死者数*3	0	0	2.53 "	0	0	0
一般 貨物船 (タンカー含まず)	全損	0.82×10^{-3}	0.21×10^{-3}	1.82×10^{-3}	2.61×10^{-3}	2.81×10^{-3}	0.29×10^{-3}
	重損	5.82 "	1.88 "	3.37 "	0.33 "	7.38 "	8.08 "
	小計	6.64 "	2.08 "	5.20 "	2.94 "	10.19 "	8.36 "
	死者数*3	2.97 "	0.23 "	4.98 "	8.35 "	1.20 "	0.27 "

*1 表9の(1)に掲げる文献に記載の損傷記録による。(LR船級船の記録)

*2 液化ガスタンカーの貨物火災爆発は発生していない。(ベント開口端火災含まず)

*3 死者数には、行方不明含む。 *4 一般船体/機関の損傷

なる人間エラー

特定事象(複合的要因):

複数の重要欠陥事象が関連して災害発生
の一次原因となる特定の事故

着火源:可燃混合気体の着火源となる事象

緊急時の安全対策の欠陥:

前(3)に掲げる事象

なお、典型的な重要欠陥事象の重要度(危険の大きさ
および災害に至る確率)を表1および表2の分類で定義し、
これも事例毎に表示する。

2. 液化ガスタンカーの損傷事故全般

前述の分類による重要欠陥事象をとりあげる前に、液
化ガスタンカーの全般的な損傷事故の統計を表3ないし
表7に掲げておく。これらの表の重大事故、重損等は、前
述の重要欠陥事象(重要損傷・故障、重要人間エラー)
とは異なる。船舶一般の意味での重大損傷事故(速やか
に修理その他の処置が必要な損傷事故)であって、貨物
事故災害に至らないものも含まれている。

これらの表から、液化ガスタンカーにおける重大損傷
事故の発生率は、一般船舶に比較して、低目の傾向にあ
るといえる。ただし、オーダがかわるほど低い数値では

表7 液化ガスタンカーの事故発生件数

1隻当たり事故発生件数	隻数
0	130
1~3	85
4~6	20
7~9	4
10~12	4
13~15	3
総数 385	(調査対象船隻数) 246
1隻平均 1.5	—

出典は、表4の文献と同じ。同表の計57件の重大事故も含まれる。

ない。

船舶としての事故発生時において、貨物の漏えい・流
出を伴わない損傷は、ここである重要損傷とは考えな
い。しかし、適切な処置・対策を実施しないと、貨物漏
えい・流出、そして災害の発生に至るおそれのある事故
もある。自力航行不能の事故は、その例である。このよ
うな重大事故が発生した場合、曳航、あるいは貨物の他
船移送や放出のような対策を必要とする。このような緊

表8 自航不能事故発生率¹⁾

	自航不能事故発生率 (小型船を除く)
一般船舶	10^{-2} ないし $10^{-3}/Y$
LNG船	$4 \times 10^{-3}/Y$

注：自航不能事故には、タンク破壊に至らない衝突・座礁、舵の完全折損、プロペラ軸完全切損、機関室火災/浸水等がある。

急時において、貨物の漏えい・流出を招く重要欠陥事故が発生する確率は、正常運航時に比べて高いと考えられる。表8には、液化ガスタンカーと一般船舶の自航不能事故の発生率の比較を示す。

LNG船の自航不能事故は、2件発生しており、うち1件は座礁、もう1件はプロペラ軸切損である。いずれも、貨物の他船移送が適切に実施され、貨物流出事故には至っていない。

ほかに、塩菜バーズの座礁による航行不能事故(タンク破壊なし)が米国の河川で発生している。この場合も、他のバーズへの貨物移送に成功している¹⁾。

液化ガスタンカーの就航年・隻を10,000と仮定する。貨物移送を実施せざるを得ないような重大事故の発生確率Pは、

$$P = \frac{2.33 \times 3}{10,000} = 7 \times 10^{-4} / Y$$

と推定できる。2.33は、信頼水準90%の上限の予測に対する修正係数である²⁾。

ほかに、タンク破壊に至らない独立型タンクのホールドスペース浸水事故も、同様に、何らかの適当な対策・処置をとる必要がある。(非独立型タンクのホールドスペース浸水は、タンク破壊と同等の重要損傷) この浸水事故の発生率に関する統計データはない。しかし、その大半が重大衝突によると考えると、ホールドスペース

表9 貨物区域/機関区域に損傷を蒙る割合

船種	海難	貨物区域	機関区域	全域
液化ガスタンカー	衝突	17 (0.46)	2 (0.05)	37 (1.0)
	接触	29 (0.71)	4 (0.01)	41 (1.0)
	座礁	47 (0.70)	6 (0.09)	47 (1.0)
ケミカルタンカー	衝突	93 (0.36)	12 (0.04)	260 (1.0)
	接触	237 (0.53)	23 (0.051)	446 (1.0)
	座礁	282 (0.83)	15 (0.044)	341 (1.0)
合計	衝突	110 (0.37)	14 (0.047)	297 (1.0)
	接触	266 (0.55)	27 (0.055)	487 (1.0)
	座礁	329 (0.85)	21 (0.054)	388 (1.0)

(1) 液化ガスタンカーは、“D. S. Aldwinckle et al, A Safety Review of Ships for Liquefied Gases and Future Legislative Needs, Gastech 84”のLR船級船22隻の損傷記録による。

(2) ケミカルタンカーは、“D. S. Aldwinckle et al, A Rational Assessment of Ship Reliability and Safety”の165隻の記録による。

(3) 表中の数値は発生件数(括弧内は発生の割合)

表10 1984年現在就航中の液化ガスタンカー(推定)

液化ガスタンカーの種類	就航隻数	平均船令	就航年・隻
圧力式/低温圧力式液化ガスタンカー (上記のうち、日本籍船)	530 (220)	11年 (10年)	5830 (2200)
低温式液化ガスタンカー(LNG船除く)	230	10年	2300
LNG船	80	8.2年	650
合計	810	10.2年	8780

“Liquid Gas Carrier Register, H Clarkson”, “内航タンカー組合資料”, “表9(1)の文献”, 文献³⁾等に基づいて推定した数値。

浸水発生確率Pは、

$$P = a \cdot P_1 = 0.4 \times 10^{-2} / Y = 4 \times 10^{-3} / Y$$

として予測できる。aは、貨物区域に衝突される割合で表9に掲げる船体衝突の密度分布から0.4とした。P₁は、重大衝突発生率で後に掲げる表12によった。

なお、参考までに、就航中の液化ガスタンカーの就航年・隻の推定を表10に掲げておく。

「LNG船/LPG船技術資料」

恵美洋彦編著

B5判 総頁640頁 上製本函入 定価35,000円
(千当方負担、ご注文は、当社へ直接お願いします)

【本書の内容構成】 基礎編 I 液化ガスタンカー入門
II 液化ガス関係データ集

技術資料編 I LNG船の就航記録から II 液化ガスタンカー構造設備関係 III 貨物オペレーション
IV 比較的よく海上輸送される液化ガスの運送計画における注意 V 双胴円筒型液化ガスタンカー
実船紹介編 I LNG船, アンモニア船, エチレン船等
II 各社のLNG船技術 III 液化ガスタンカーの配置概要及び主要目集
株式会社 船舶技術協会

■連載

船舶電子航法ノート(98)

木村 小一

A・7 衛星航法システムへの追補

(衛星航法システムについては、このノートの(22)、(1978-7)より(36)(1979-9)まで15回にわたって、NNS、ソ連のシステム、海事衛星と測位、SARSAT、GPSについて述べた。その後、5年余りも経過したが、日進月歩のこの分野であるので、追補すべき分野も少なくない。そこで、システムの現状および新技術などを中心に述べる。)

A・7・1 NNS

A・7・1・1 NNSの衛星

NNS用の衛星のうち、実験用として打上げられた

初期のものはすべてTRANSITと名付けられていた。その実験用衛星のすべてを第A・7・1表に示す。(このノート(22)(1978-7)の第4・1表と併せて見ていただきたい)。その後、運用衛星が作られ、打上げられるようになったが、それらはOSCARと名付けられ、現在までにOSCAR衛星とその改造型であるTRANSATを含めて、16個打上げられている。これらの衛星のうち、OSCAR 1~10はそのすべてが短命であったが、OSCAR 12以降はおどろくほど衛星の寿命が伸び、その後には打上げられた12号以降(11号も含めて)はごく最近まで利用されていて、十数年の衛星寿命であったことになる。

しかし、1967~68年打上げの衛星は30130を除いて、利用不能となった。なお、TRANSAT衛星はOSCAR

第A・7・1表 実験用トランシット衛星の一覧

衛星名	国際登録No	打上げ年月日	重量 kg	軌道データ				状態	備考
				近地点 km	遠地点 km	傾斜角 度	周期 分		
TRANSIT 1A	—	1959. 9. 17	122						打上げ失敗
TRANSIT 1B	1960 r 2	1960. 4. 13	120	23.3	46.1	51.3	95.8	89日動作	最初の実験衛星
TRANSIT 2A	1960 H 1	1960. 6. 22	101	609	1020	66.7	101.2	62. 10. 26まで動作	2衛星の同時打上げ
TRANSIT 3A	—	1960. 11. 30	92						打上げ失敗
TRANSIT 3B	1961 η 1	1961. 2. 21	132	117	511	28.4	94.5		安定な時計の実験
TRANSIT 4A	1961 o 1	1961. 6. 28	79	878	985	66.8	103.7	なお劣化動作	原子力電池搭載
TRANSIT 4B	1961 α η 1	1961. 11. 15	90	956	1106	32.4	105.8	62. 8. 2まで動作	
TRAAC	1962 α η 2	1962. 12. 19	106	957	1109	32.4	105.8	62. 8. 12まで動作	重力傾斜姿勢制御実験
TRANSIT SA-1	1962 β ψ 1	"	59	570	583	90.6	96.2	20時間動作	スカウトロケットで初打上げ
TRANSIT 5A-2	—	1963. 4. 5	55						打上げ失敗
TRANSIT 5A-3	1963 22A	1963. 6. 16	55	644	658	89.9	97.8	動作可能だが停止	2軸の重力傾斜姿勢制御
TRANSIT 5B-N1	1963 38B	1963. 9. 28	70	1064	1128	89.9	107.2	63.12.22まで動作	
TRANSIT 5E-1	1963 38C	"	59	1064	1128	89.9	107.2	動作可	
TRANSIT 5B-N2	1963 49B	1963. 12. 6	75	1078	1108	89.9	107.0	65. 7. 14まで動作	運用衛星を考えた設計
TRANSIT 5B-3	1963 49C	"	53	1078	1108	89.8	107.0	66. 7. 19まで動作	
TRANSIT 5B-N3	—	1964. 4. 21	76						打上げ失敗
TRANSIT 5E-2	—	"	70						"
TRANSIT 5C-1	1964 26A	1964. 6. 3	59	1056	1075	89.9	106.5	65. 8. 23まで動作	運用衛星のプロトタイプ
TRANSIT 5E-5	1964 83C	1964. 12. 12	70	1014	1073	89.8	106.1	なお動作中 65. 5 運用中止	

11を新衛星航法システムなどの実験にも使用するよう改造したもので、30200と軌道面が近いため、受信時の相互干渉を防ぐためか打上げの少しあとより長い間、航法信号用の送信を停止していたが、軌道上のOSCAR衛星の数が少なくなったので、航法信号の送信を再び開始している。

A・7・1・2 NNSSのシステム改良

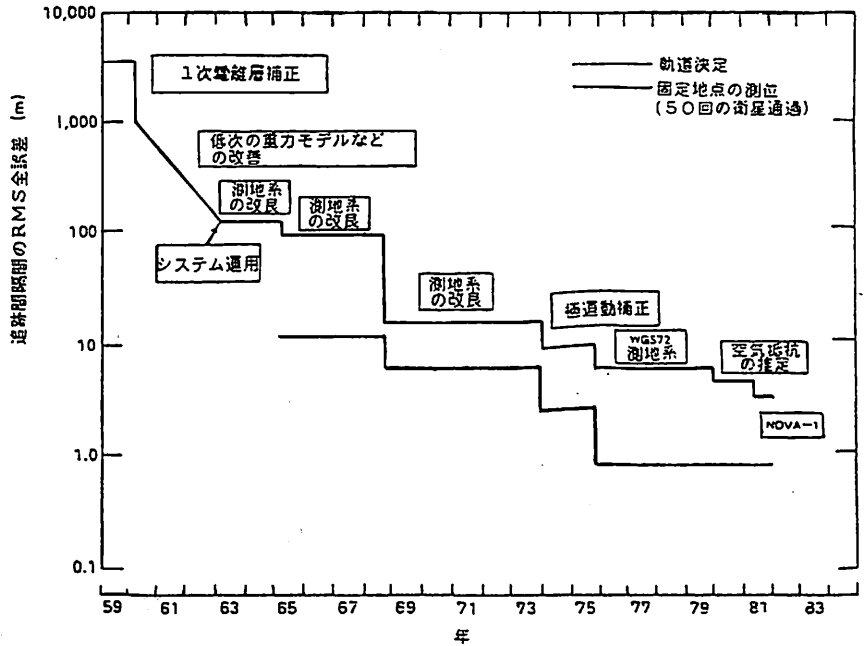
(NNSSのシステム改良は、ソフトウェア面での改良と新型衛星の開発を含めたハードウェア面の改良とが行われていることはすでにこのノート(28)で述べたとおりである。ここでは、それらの後日物語を追補するわけであるが、筆者の手もとは、1977年、

1982年及び1984年のNNSSの現状報告があるのでそれらに加えて個別の論文によって展望してみよう。)

第A・7・1図は、衛星を追跡し、その衛星の軌道の予測の精度がシステム開発着手後より如何に改良されてきたかを示す図であって、現在使用されている米国防省の統一測地系であるWGS-72に到るまでの測地系の改良が精度の向上に大きく寄与していることがわかる。同図の下の線は測位精度の変遷を示している。

1977年の現状報告では、衛星の一回の上空通過によって測位精度の究極の値は全世界ベースで約18cmに重力場モデルの未知の不確かさによる誤差を加えたものになるであろうことを導いたとして、その実現のためにはつぎのような技術的な進歩と新知識が必要であるとしている。

- (1) 衛星の軌道データの予測精度を現在の10mから、1cmも向上させる。
- (2) 使用する周波数帯を現在の150MHzと400MHzから600MHzと1600MHzにあげるか、第3の周波数帯を追加送信する。または、第3次の電離層効果による誤差を2桁減少する。
- (3) アンテナの位相中心は地球に対して固定しておらず衛星の仰角によって約25cm上下するので、これを除くアンテナを使うか、計算によって除去する方法を考える。
- (4) 衛星および利用者の発振器(現在は水晶)の周波数安定度を、いまの 5×10^{-11} /日からもう一桁良くする。



第A・7・1図 NNSSの衛星軌道の予測精度

(5) 衛星と地上の時計の精度(現在の衛星の時計の誤差 $20\mu s$ (RMS)は衛星位置の14cmの誤差になる)を向上させる。

(6) 衛星に作用する上空の残留空気の抵抗および太陽の放射圧の効果のモデルを良くあったものにするか、別の方法でそれを除く、である。

これらの技術の1977年における知識は次のとおりである。まず、地球の重力場モデルの改良は第A・7・1図にも示してあるような測地系の改良に伴って良くなってきており、1977年当時で、軌道予測の48時間後のRMS誤差は3~6mで図にも示すように15年間に2桁向上している。この重力場モデルは電波高度計を搭載した地球観測衛星によるジオイド図の作成によって更に向上され、ジオイドの水平の分解能が1000mから100kmにまた高低の分解能が5mから1mに向上したとされている。このような重力場モデルの改良は、衛星位置誤差を1mにまで改良可能であるが、更に、1桁の改良には大陸の移動なども考えなければならないとのことである。

電離層における電波の屈折がドップラー周波数に及ぼす影響は、その電波の搬送周波数の1乗、2乗、3乗などに逆比例することが知られていて、普通は周波数の2乗に比例するとして処理されているが、実際は1次項と3次項が大きく影響し、2次項は実質的には無視できるのである。この電離層誤差を除くにはより良いモデルの

第A・7・2表 運用型のNNS Sの衛星一覧

衛星名	国際登録No	打上げ年月日	重量 kg	近地点 km	遠地点 km	傾斜角 度	周 期 分	状 態	備 考
OSCAR 2	1964 63B	1964. 6. 3	59	1050	1075	89.9	106.5	初日に故障	OSCARの最初の打上
OSCAR 1	1964 83D	1964.12.12	59	1020	1079	89.8	106.2	19日動作	打上げ軌道不安定
OSCAR 3	1965 17A	1965. 3.11	59	184	634	89.9	97.8		
OSCAR 4	1965 48C	1965. 6.24	54	1020	1130	89.9	106.7	66.1.17まで運用	
OSCAR 5	1965 65F	1965. 8.13	61	1079	1187	90.0	108.0	65.10.3まで運用	
OSCAR 6	1965 109A	1965.12.22	57	902	1904	89.1	104.8	66.8まで運用	
OSCAR 7	1966 5A	1966. 1.28	61	853	1197	89.8	105.7	66.4まで運用	
OSCAR 8	1966 24B	1966. 3.25	58	893	1122	89.7	105.1	67.2まで運用	
OSCAR 9	1966 41A	1966. 5.19	58	865	975	89.8	103.7	67.3まで運用	
OSCAR 10	1966 76A	1966. 8.18	53	1045	1112	88.9	106.6	67.8まで運用	
OSCAR 12	1967 34A	1967. 4.14	50	1046	1087	90.2	106.3	運用中止	
OSCAR 13	1967 48A	1967. 5.18	50	1067	1104	89.6	106.8		(30130)
OSCAR 14	1967 92A	1967. 9.25	50	1040	1113	89.3	106.6	運用中止	(30140)
OSCAR 18	1968 12A	1968. 5. 1	59	1019	1134	90.0	106.8	運用中止	(30180)
OSCAR 19	1970 67A	1970. 8.27	54	949	1209	90.2	106.8	運用中止	(30190)
OSCAR 20	1973 81A	1973.12.29	54	899	1134	90.1	105.4		(30120)
TRANSAT	1977 106A	1977.10.28	95	1062	1101	89.9	106.9		OSCAR11の改造(30110)
NOVA 1	1981 44A	1981. 5.15	168	351	931	90.2	197.5		最初のNOVA(30480)
NOVA 3		1984.10.11							(30500)

第A・7・3表 NOVAのための実験衛星TIP

衛星名	国際登録No	打上げ年月日	重量 kg	軌道データ				状 態	備 考
				近地点 km	遠地点 km	傾斜角 度	周 期 分		
TRIAD (TIP 1)	1972 69A	1972. 9. 2	104	728	810	90.1	100.8	75.4まで利用	太陽電池パネルの一部が開かず 30460
TIP 2	1975 99A	1975. 10.12	161	530	830		97.4	不動作	
TIP 3	1976 88A	1976. 9. 1	161	452	867	89.3	93.9	不動作	

作成が必要である。

対流圏による電波の屈折はよく知られているように、空気による乾の項と水蒸気による湿の項とがある。このうちの乾の項のモデルは、仰角5°以上では良いものが作られているが、湿の項はその高さ方向の変化が余り明らかでなく、理論づけもむずかしいが、湿の項は乾の項より影響が少ないので比較的問題は少ない。何れにしても対流圏の影響は仰角が低い場合に問題となる可能性がある。

衛星に加わる表面力には、衛星の軌道高度に残留している空気の抵抗と太陽の放射圧とがある。このうち、前者は、その残留空気の存在がモデル化できないので、衛星高度における平均的な効果しか補正の手段がない。しかし、この問題はつぎに述べるハードウェアで除くことが考えられた。

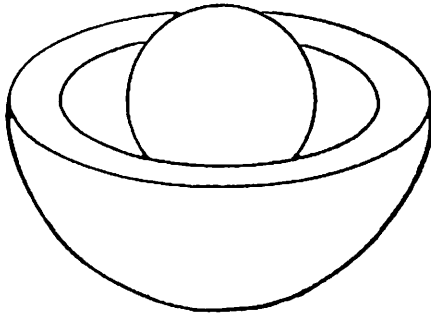
A・7・1・3 トランシット改良プログラム

トランシット改良プログラム (TIP) は新しい形式の衛星を開発するプログラムであって、その新衛星NOVAはすでに実用化され、第A・7・2表の下の2行のようにすでにその2個が打上げられている。また、このNOVA衛星のための実験衛星はTIPと呼ばれ、第A・7・3表に示すとおり、3個打上げられている。

この新衛星の特徴は、つぎのとおりである。

(1) 衛星への表面力の影響を補正するじょう乱補正システム (DISCOS, Disturbance Compensation System)を備えている。

(2) 軌道調整移動システム (OATS: Orbit Adjustment System)用のロケットを備えていて打上げ時に正しい軌道に衛星を搬入でき、それによりその後の軌道保持が優れている。



第A・7・2図 DISCOSのセンサ (三次元)

(3) 衛星上に地上からプログラムすることのできるコンピュータを備えていて、このコンピュータのメモリは数日分の軌道データの予測値を記憶できる。

(4) より周波数安定度のよい水晶発振器を備え、かつ、前項のコンピュータによって発振器の出力周波数の合成によって周波数の微細な調整をするIPS (Incrementally Programmable Synthesizer) によって、地上から送信する二つのパラメータで周波数の細かい設定が行われている。

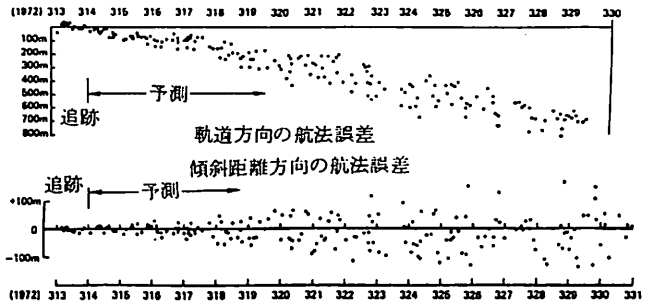
(5) 送信出力が増加し、また、送信アンテナの改良などによって地上でより強い信号が受信できる。

これらの特長のうちいくつかについて、その開発の経過などをたどってみよう。

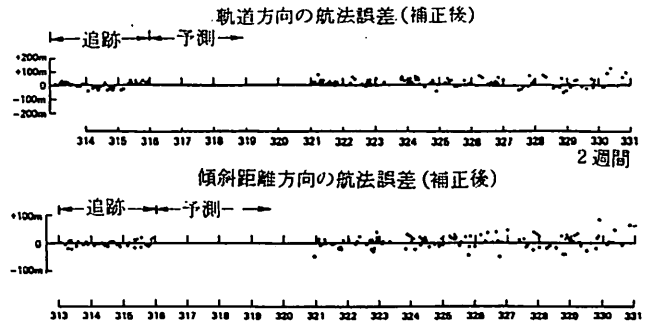
DISCOSの技術はすでに1964年に提案されているが、その実現は、10年後のTRIAD (TIP-1) 衛星ではじめて実験が行われた。このDISCOSは衛星内に加速度計を搭載しておいて、空気抵抗などで衛星が減速をすると、小型のロケットを使って衛星を元の速度に戻すものである。TRIAD衛星に搭載されたDISCOSセンサは第A・7・2図に示すように内径40mmの中空の球形容器に径22mmの内球を浮かせたものである。内球は非磁性とするため、金70%、プラチナ30%の合金で作られ、重さは111gで、これは衛星の全重量の0.13%となる。

センサの外球は衛星に固定されているが、無重力状態では、内球は表面力を受けない独立の人工衛星と同じになり、その内球が中空の中央にあるように衛星(と外球)の制御をすれば、衛星は内球と同じ運動をすることになる。この内球が中空の球の中心にあるように制御するために外球と内球は直交する3方向の容量ブリッジを構成し、衛星の加減速は小型のイオンロケットに点火することによって行われる。

DISCOS システムの誤差の原因は、(1)内球への衛星構



第A・7・3図 TRIAD-I 衛星軌道予測の約2週間の航法誤差

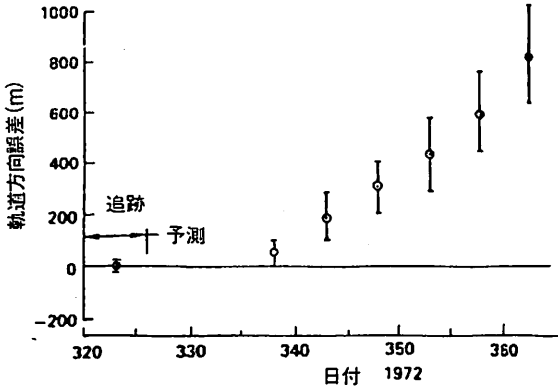


第A・7・4図 TRIAD-I 衛星軌道予測の航法誤差(補正後)

造の近くの部分の引力の非対称性、(2)内球の容量ブリッジ電極と間の電気力、(3)磁力の傾斜、(4)中空の球の中の残留空気の抵抗、(5)温度の傾斜、などである。

このTRIAD衛星の追跡によって、このDISCOSの動作が1972年10月から翌年3月にかけて、13局が全世界的に分布されているTRANET 追跡局網を使って行われた。測定は衛星からの電波を使って追跡局の位置測定を行い、その位置誤差を衛星軌道の予測誤差に直す形で行われた。更にもその衛星軌道の誤差は軌道方向の誤差と衛星の最接近点における地球中心からの放射状方向の誤差とに分解された。第A・7・3図は1972年の312~313日(11月7日と8日)の2日間の軌道測定データを使って、その日以後約2週間の軌道予測をしたときの衛星軌道の誤差であって、各追跡局で15分以上のドップラーデータのとれたもののみを使ってプロットされている。

TRIAD の DISCOS の設計では 10^{-11} g の自己バイアスがあることを想定しており、そのほか地球の重力場モデルの東西方向および高次(第14次、15次および28次)の高調波成分、協定世界時UTCとUTI(グリニッジ子午線を基準に表わした平均太陽時の世界時UTO)に対し極の位置の補正を行なったもの)の補正ならびに数値積分誤差によるバイアスの補正をしたものを第A・7・4図に示す。



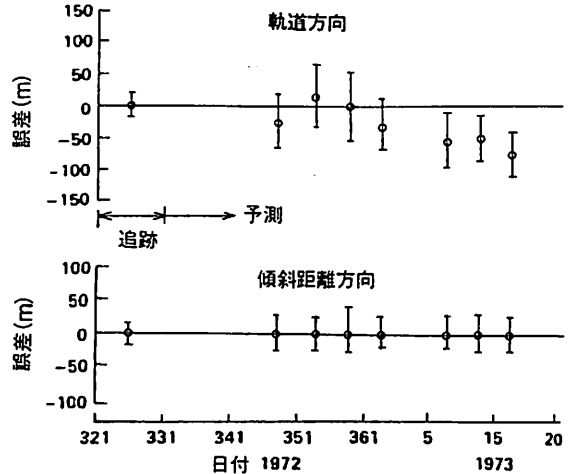
第A・7・5図 TRIAD-I衛星軌道の約40日間の予測結果

この場合は3日間の追跡データを用いて解析技術による軌道予測が行われている。図から明らかなように、予測は非常に良く改善され、DISCOSの効果がよく表われている。TRIAD衛星は第A・7・3表からわかるように軌道高度が平均788kmで、NNSSの衛星の軌道高度(約1100km)より低く、それだけ空気抵抗を受けやすく、短時間の追跡での精度は50%の劣化があるとされている。

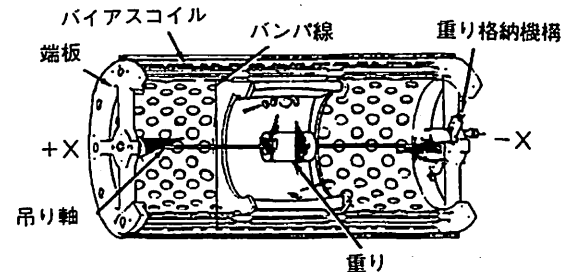
第A・7・5図は40日間の軌道データの予測をした結果である。この予測は10日間(321~331日)の軌道追跡データをもとに予測をしたもので、図では軌道方向の誤差の増大のみを示しているが、軌道の横方向(地球中心からの放射線状方向すなわち傾斜距離方向)の誤差もほぼ同じ傾向を示していて、ともに2次曲線的に誤差が増大する傾向が見られ、これは約 $5 \times 10^{-12}g$ の自己バイアスの力によるものと考えたとよく一致する。

この誤差の測定は5日ごとに約20回の衛星の有効な上空通過について行われ、測定のパラッキは図に縦線で示してある。この誤差の増大をモデル化して補正をし、より長い期間についての予測値の精度を示したのが第A・7・6図であって、なお、モデル化できなかった若干の誤差があることが示されている。

TRIAD(TIP-I)衛星では3次元のDISCOSであったが、TIP-II以降の衛星では、衛星の軌道方向のみの一次元のDISCOSが採用されている。そのセンサは第A・7・7図に示すとおりであって、この場合は衛星の姿勢制御の精度がより要求されることになる。この一次元のDISCOSの効果については、NOVA-1衛星についてのちに述べるが、TIP-3衛星が一時30460としてNNSSの運用衛星に加わっていたとき(1977年6~8月)に、その衛星を利用した測位誤差が大きかったのが報告されているが、これはこの一次元DISCOSに何等かの不調があったのではないかと考えてよいだろう。



第A・7・6図 TRIAD-I衛星軌道を $5.5 \times 10^{-12}g$ のモデル化バイアスで補正したときの60日間の予測結果



第A・7・7図 一次元用のDISCOSセンサ

●お知らせ

特別展「日本の船玩具」を開催

7月29日(月)~9月8日(日)

木、紙、粘土など身近な素材で作られる日本の船玩具は、たいてい何等かの意味が込められている。大漁祈願、航海安全、豊事除厄、信仰、土産物等地域により、その意味するものに相違はあるが、船と人間・社会との関わりを生活の次元で端的に示すものである。しかし、こうした船玩具も相当数がすでに姿を消し、あるいは廃絶寸前の状態である。年々消えつつある郷土の船玩具300点を紹介・展示する。午前10時~午後5時開館(年中無休)
会場 横浜海洋科学博物館 特別展示コーナー
入館料 大人 50円 小人 30円

問合せ先 財団法人横浜海洋科学博物館

〒231 横浜市中区山下町15(マリンタワー3階)

電話 045(641)4488・4489

<第42回>

第26回コンテナ貨物小委員会の報告

運輸省 海上技術安全局

第26回コンテナ貨物小委員会(BC小委員会)は、1985年2月18日から22日までロンドンのIMO本部において、33ヶ国99名の政府代表と9機関13名の代表を集めて開催された。

BC小委員会における審議事項は、非常に専門的傾向が強く、我が国からも、それぞれの分野における専門家を含め、5名が参加した。今回のBC小委員会における主な審議事項は以下のとおりである。

- 穀類の運送に関する事項
- 固体ばら積み貨物に関する安全運送基準(BCコード)の検討
- RO/RO船の車輛積み付け基準の検討
- 甲板木材運搬船に関する安全運送基準の検討
- コンテナに関する事項

以下、上記主要5項目について報告する。

1. 穀類の運送に関する事項

(1) 新しい荷繰り免除要件の確立
(経緯)

現行の74SOLAS条約では、穀類を運送する場合、原則として荷繰りを行うことになっており、但し、主管庁が荷ぐりの免除を認めた場合に限って荷ぐりを行わなくてもよいことになっている。

この主管庁の裁量について、国際的な統一解釈基準を定めようというのがこれまでの一連の動向であり、このような中で、MSC/circ.323(特定の形状を有する船舶に対する一部船艙の荷ぐり免除)という国際的統一基準が作成された。(尚、MSC/circ.323は、既に日本国内でも実施されている。)しかしながら、このMSC/circ.323は特定の形状を有する貨物艙の前後部箇所に限る荷ぐりのみの免除を認めているものであり、昨今の海運界では穀類の運送に多目的貨物船(Multi-purpose Ship)を使用する機会も多く、貨物艙の形状及び荷繰り免除の場所について制限しない新しい荷繰り免除基準が必要となってきた。

我が国は、このような現状を踏まえ、第25回(前回)BC小委員会に対し、現在 Specially Suitable Ship (い

わゆる撒積貨物船)のハッチの前後についてのみ認められている荷ぐり免除を、特定の非損傷時復原性計算さえ満足すれば貨物艙の形状に関係なくハッチのサイドについても荷繰り免除を認めるようにするという旨の提案を行なった。この日本提案は、第25回BC小委員会では時間の制約により審議されず、今回の会合で審議が行われた。

(日本提案についての審議の概要)

現行のSOLAS条約による規制は、先ず十分な荷ぐりを行い荷くずれの可能性を極力小さくした上で、万が一、荷くずれを起こした場合でも船舶が十分な復原力を保持しているという2段構えのものである。一方、日本提案は、荷くずれを起こした場合の最終平衡状態における復原性のみを規制したものであり、荷ぐりされていない穀類が容易にくずれ、船体が常態的に傾斜する可能性があるという理由により受け入れられなかった。

(今後の対応について)

今後、我が国として、今回BC小委員会の審議結果を踏まえた上で、既提出日本提案の再検討を行い、新しい提案を次回会合までに作成することが必要とされるところである。

(2) 74年SOLAS条約の統一解釈について

上記(1)で述べた荷ぐり免除要件(今回は未決定)を含め、74SOLAS条約の条文毎に対応する解釈を作成することが決まった。本作業は、今次会合では終了せず、次回会合で継続審議される予定である。

2. 固体ばら積み貨物に関する安全運送基準の検討

(経緯)

固体ばら積み貨物に関する安全運送基準(BCコード)は、穀類以外の固体ばら積み貨物を運送する場合の安全基準であり、具体的には、荷くずれを起こしやすい物質、船体振動により液化しやすい物質及び化学的危険性を持つ物質を運送する場合の運送方法を定めた勧告である。日本の国内法令には、取り入れられていない。

前回会合において、現行の荷くずれを起こしやすい物

質に対する規制，船体振動により液状化しやすい物質に対する規制を科学的見地から見直しを行なっていくとする提案が英国及びカナダから提出された。今次会合では，両提案の検討が引き続いて行われた他，ノルウェー提案，ポーランド提案，ソ連提案等，多数のコメントについて審議が行われた。

(今次会合における審議の概要)

(1) 新しい荷ぐり実施基準の作成

現行のBCコードでは静止角が 35° 以下であれば荷ぐりを行う必要があるとされているが，この基準を科学的見地から見直すことになった。

安全に運送することができるとして輸送が認められる最大安全運送傾斜角の決定法としては，①剪断箱試験法，②三軸圧縮試験法，③傾斜箱試験法が提案され，これらの方法について審議が行われたが，最終決定は行われず次回継続審議されることになった。

(2) 船体振動により液状化しやすい物質に対する新しい安全運送基準の作成

前回国会に提出された英国提案，「バイブレーションテーブルメソッド」による運送許容水分値決定法は，あまりにも規制が安全サイドにあるとの意見がオーストラリアより提出され，次回会合で再度検討が行われることになった。

前回国会に提出されたカナダ方式の運送許容水分値決定法に対しては，ソ連から，さらに貨物の粒子の形状及び大きさ等を考慮に入れる必要があるとの意見が出され，今後，本方法に関する追加の研究が必要であるとされた。

ノルウェー，スウェーデン，ポーランドが，各種の運送許容水分値決定法を提案したが，いずれも，今後さらに検討が必要であるとされた。

(3) 今後のBCコード改正に関する審議について

新しいBCコードが完成するまでには，まだ，かなり時間がかかりそうである。しかしながら，BCコードを条約を取り込み強制化すべきであるとの考えを持つ国，自主的に自国内で実施している国（それらの国で積荷を行う場合はBCコードが適用される）もあるため，BCコードの改正に関する審議については，十分に注意しておく必要がある。

3. RO/RO船への車輛積み付け基準の検討

(経緯)

RO/RO船に積載する車輛の固縛ガイドラインは，国

際道路間輸送の非常に多い欧州地区の諸国を中心として，その作成が急がれてきた。

今次会合では，前回のBC小委員会で作成された原案に対する各国のコメント及び車輛製造メーカーであるISOからのコメントを基に審議が進められる予定となっていた。

本ガイドラインは勧告であるが，ヨーロッパ諸国ではこの勧告を国内で実施する国も多いと予想されるので，多くの車輛をヨーロッパに輸出している我が国としては，特に，車に取り付ける固縛金具の強度要件について，注目していた。(日本は，自動車工業会を中心にISOの会合に対してコメントを出したり，代表を出す等のISO対処を行ってきた。)

(本ガイドラインに関する審議概要)

我が国が特に注目していた車輛に取り付ける固縛点の強度及び数については，今年1月に開催されたISOで合意された結論が，IMOでも採用されることになった。

又，取付け金具の内径については，我が国が主張した「取付け金具の内径は60mm以上とする」との提案は，船サイドとしては，一種類の金具に統一することが實際上混乱をまねくことが少ないとして，上記のISO合意どおり「80mm」となった。

今次会合で，まとめられた「RO/RO船に積載する車輛の固縛ガイドライン」の概要については，紙面の都合上省略させていただく。(詳細はIMO資料室まで)

(今後の本ガイドラインの取り扱いについて)

本ガイドラインは，今次会合で検討を終了し，5月に開催される第51回海上安全委員会（BC小委員会の親委員会）において承認された後，第14回総会（今秋，開催予定）で，総会決議として採択される見込みである。なお，本ガイドラインに含まれなかった車輛の固縛点のテスト基準及び固縛点のマークの方法については，今後，引き続きISOで検討されることになった。

4. 甲板木材運搬船に関する安全運送基準の検討

現在，甲板木材運搬船に関する技術基準としては，1966年の満載喫水線に関する国際条約（IV章）と甲板木材運搬船に関する安全輸送基準（ティンバー・デッキコード）の二つがある。(満載喫水線条約IV章中の要件は，「穀類その他の特殊貨物船舶運送規則」第3章に取り入れられている。)

今次会合では，カナダより，条約とティンバー・デッ

I M Oコーナー

I M Oコーナー

キコードを整合させるために、満喫条約が直接コードを引用する形に本条約を改正するという提案がなされたが、西独、米国、カナダを除く大勢の国は、本提案が親委員会である海上安全委員会からの委任事項の範囲外であること、1986年秋に予定されている新満喫条約の採択会議には間に合わないとの理由により反対した。

5. コンテナに関する事項

(経緯)

第48回海上安全委員会(1983年6月)において、以後5年間はCSC条約(コンテナ条約)の改正は行わないとの決議がなされているため、前回会合同様今次会合においては、CSC条約の重要な改正提案は少なく、各関連機関、団体からの報告が主な審議事項となった。

(1) ACEPラベル(承認された継続的検査計画ラベル)の記載事項統一

ACEPラベルに、「承認国、交付機関、承認受領者及び交付日に関する情報を一定の要領で記載すべきであ

る」とのノルウェー提案は、CSC条約の改正が必要である等の理由により却下された。

尚、日本国内では、日本海上コンテナ協会を中心にして、ACEPラベルには上記事項を記載しておくという合意がコンテナ所有者間で出来上がっている。

(2) CSC安全承認板に記載される保有国識別符号の統一について

ISOより、CSC安全承認板に記載する保有国識別符号(カントリー・コード)をISOコードに統一すべきであるとの提案が行われたが、現状ではISOコードよりも、現在CSC条約で用いられている自動車コードの方がより広く普及している、既に何百万個のコンテナに自動車コードを記入した承認板が貼付されており、変更するには相当の混乱が予想される等の理由により却下された。

(3) その他

コンテナのマーキングの耐久性、コンテナを利用した密輸行為、背高コンテナ等に関する審議が行われた。

製品紹介

製品紹介

パネル取付タイプの音声発生装置

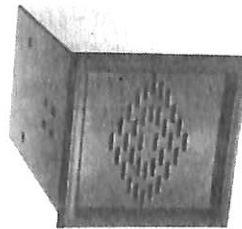
「ボイス・アラーム」を新発売!

イナバエンジニアリング株式会社は、このほど特殊レコード方式による音声発生装置を完成「VAPシリーズ」として販売を開始した。

同装置の特徴は、ローコスト、Din 96×96サイズにま

ボイス・アラームの〈仕様〉

	VAP-01	VAP-02
音声出力	0.3 W	0.8 W
電源	DC 12 V ± 5%	
電流	300 mA以下	400 mA以下
発声時間	6種類	各3秒以内
	3種類	各7秒以内
	1種類	20秒以内
寸法	96×96×180(mm)	
耐久性	各10万個	
温度	動作時	0～60°C
	保存時	-20～80°C



とめ機器取付が容易であり、特殊レコード方式により自然な音声を得られる。

同社では、無人搬送車用・温度警報用・産業機械用警報等の標準ライブラリーを用意し、マシンや自動化ラインの始動時や各種トラブルのアラーム、オペレーションの手

順、案内のメッセージ、危険区域、設備への接近警報並びにロボットや自動販売機への応用、金融機関関連への販売を企図している。

◎標準価格 VAP-01, VAP-02 共標準価格25,000

◎標準メッセージの一例 (VAP-01M2)

- 異常が発生しています
- 上限警報です(下限警報です)
- 温度異常です
- バルブ異常です
- 異常発生です、点検して下さい

問合せ先 イナバエンジニアリング株式会社 営業技術
本社 〒550 大阪市西区本町1-4-6 ☎06-582-6811

昭和60年度(4月分)新造船許可集計

運輸省海上技術安全局

区 分		月 ~ 月 分				4 月 分			
		隻	G. T.	D. W.	契約船価	隻	G. T.	D. W.	契約船価
国内船	貨物船					7	94,600	147,350	
	油槽船					1	6,210	6,720	
	貨客船					8	100,810	154,070	20,630,000千円
	小 計								
輸出船	貨物船					22	361,060	445,930	
	油槽船					3	28,730	42,600	
	貨客船					25	389,790	488,530	61,212,000千円
	小 計								
合 計						33	490,600	642,600	81,842,000千円

● 編 集 後 記 ●

□防衛庁が策定中の59中業(61~65年度の防衛力整備計画)期間内に新型艦対空ミサイルシステム護衛艦(エイジス艦)の調達を開始する方針を固めたようだ。エイジス艦は航空機やミサイルなどの多目標を同時に攻撃できる防空システムを備えた新鋭艦。大きさも6,000~6,500トン級でも一隻1,000億円以上の日本最大の護衛艦となり、現在あるミサイル護衛艦(DDG)の二倍程度の価格とのこと。エイジス艦とは米国が開発した新鋭ミサイル巡洋艦の通称。エイジス(AEGIS)はギリシャ神話の全能の神ゼウスがアテナ女神に授けた盾のこと。米海軍は既に9,000トン級型2隻を就役させている。全方位をカバーする高性能レーダー(SPY三次元レーダー)で同時に多目標を探知、脅威の評価、武器の選定、発射などをすべてコンピューターで処理する仕組みになっている。ただし一隻当たり2千数百億円もするとのこと。日本の海上自衛隊は6,000トン級に“ミニ化”して価格も1,000億台に抑えることで検討しているとのこと。

□産業用冷凍機のトップメーカーマエカワ(前川製作所)

はコンプレッサーの冷凍機以外の新用途開発を積極的に進め、高温ヒートポンプ・エキスパンダー・ランキンエンジン等、多彩な商品を世におくりだしてきたがここに水蒸気を容積型コンプレッサーで直接圧縮するという分野で、世界初の産業規模企業化を成功させた。その主役はスクリー水蒸気圧縮機でこれを用いて産業界の大規模煮沸プロセスで発生している排出スチームベーパーを圧縮し、昇温昇圧し、リサイクル利用するシステムを企業化したものである。応用産業例ではビールをはじめとする発酵醸造工業・油脂・ソーダ化学等……水による煮沸工程をとまなう産業のすべて。そして燃費省エネ驚異の60%カットに成功した。

□宮崎県沖で日本漁船に偽装した国籍不明の高速艇が海上保安庁の巡視艇の追跡を振り切って逃げた事件があったが、不審船はなんと最高時速40ノットという高速で逃げ回り、シケで荒れる海上を舞台に千キロ近くに及ぶ大逃走劇を演じたことで専門家筋では船型・どんな機関を搭載していたのかその方の関心で一杯であったとのこと。

☆予約購読案内 書店での入手が困難な場合もありますので、本誌確保ご希望の方は直接協会宛お申込み下さい。バックナンバーも備えてあります。

予約金 { 6カ月分 6,400円 (送料共)
1ヶ年分 12,000円 }

運輸省船舶局 監修
造船海運総合技術雑誌

船の科学

©禁転載 第38巻 第6号(No.440)

発行所 株式会社 船舶技術協会

〒104 東京都中央区新川1の23の17(マリビル)

振替口座 東京 3-70438 電話 03(552)8798

昭和60年6月5日印刷 {昭和23年12月3日}
昭和60年6月10日発行 {第3種郵便物認可}

定価 1,080円(〒55円)

発行人 天田尚孝

編集委員長 田宮真

印刷所 大洋印刷産業株式会社

船舶用携帯形可燃性ガス検知器

P-508型

電気部・本質安全防爆構造
検知部・耐圧防爆構造

労働省産業安全技術協会検定合格
日本海事協会形式試験合格



●概要●

本器は各種可燃性ガスの漏洩検知に用いる携帯用の可燃性ガス検知器で、可燃性ガスおよびケミカルの製造事業所、備蓄基地、タンカー、消費設備等の保安用として幅広く御使用戴けます。携帯に便利のように小型軽量に作られていますので長時間の可搬にも疲れません。採気棒部にはWSフィルターを内蔵していますので水吸取によるセンサーの故障を未然に防ぐことが出来ます。☆カタログのご請求は、下記に御連絡下さい。

●特徴●

- 小型軽量です。
- ポンプ内蔵の自動吸引式で操作が簡単です。
- 感度切換により低濃度(0~20%L.E.L.)のガス検知も容易です。
- 警報ブザーを内蔵しており20%L.E.L.にて警報を発する(設定可)。
- センサーは長寿命・高感度で交換容易です。
- 防爆構造(検知部;耐圧防爆、電気部;本質安全防爆)なので危険場所でも安心してご使用になれます。

TOICA 株式会社 **東科精機製作所**

〒211 川崎市中原区新丸子町756

☎044(733)3381(代表)

TELFAX 044(722)7260

昭和六十年六月五日印刷
昭和六十年六月十日発行
昭和二十三年十二月三日第三種郵便物認可

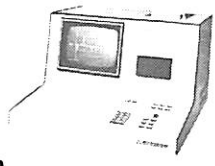
船の科学

定価 一〇八〇円

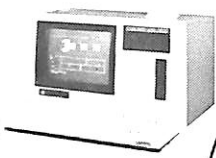
東京都中央区新川一丁目一七(マリンビル)
(株)船舶技術協会
電話東京(52)八七九八番

三菱船用制御システム製品

船用積付計算機
MLC-1600



船用積付計算機
(カラーグラフィック採用)
MLC-4000

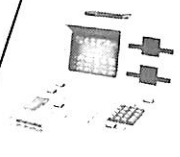


(荷役システム)

船内光伝送システム
MARINET-1
(通信システム)

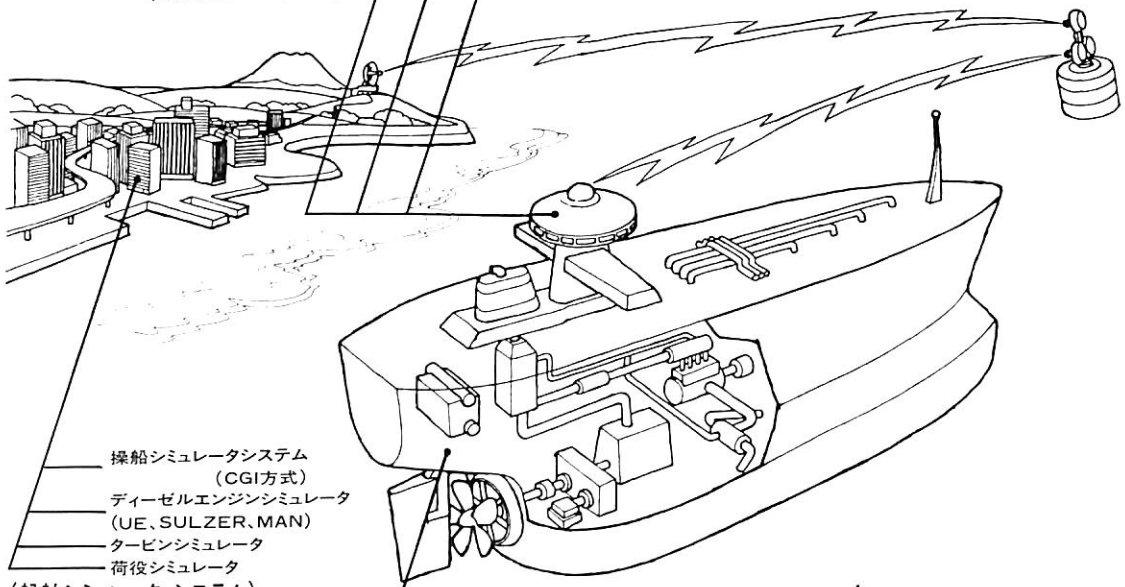


最適航海計画システム
TONAC-N2



(航海システム)

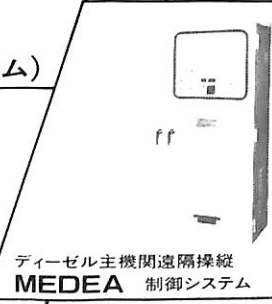
省燃費形自動操舵装置
TONAC-P1



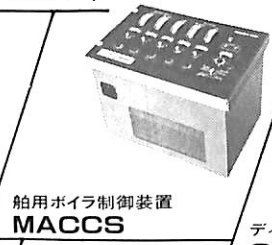
操船シミュレータシステム
(CGI方式)
ディーゼルエンジンシミュレータ
(UE、SULZER、MAN)
タービンシミュレータ
荷役シミュレータ
(船舶シミュレータ・システム)

(機関部システム)

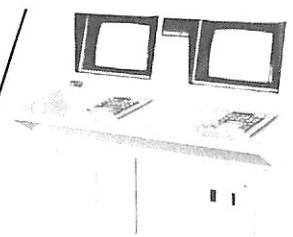
(電源制御システム)



ディーゼル主機関遠隔操縦
MEDEA 制御システム



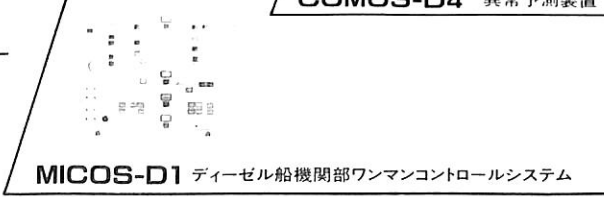
船用ボイラ制御装置
MACCS



ディーゼル船機関部状態監視
COMOS-D4 異常予測装置



筒内圧監視システム



MICOS-D1 ディーゼル船機関部ワンマンコントロールシステム

三菱重工業株式会社

本社 船舶・鉄構事業本部
東京都千代田区丸の内2-5-1 〒100 ☎東京(03)212-3111